

Ir. W.H.G.J. Hennen

Publ. No. 3.141

**DE METHODE VAN HET BOUWEN VAN EXPERT SYSTEMEN**  
GETEST VOOR DE ANALYSE VAN DE OMZET OP DE MELKVEEBEDRIJVEN



SIGN: L26-3.141  
EX. NO: C  
MLV:

September 1989

Landbouw-Economisch Instituut  
Afdeling Landbouw

507125

## REFERAAT

### DE METHODE VAN HET BOUWEN VAN EXPERT SYSTEMEN; GETEST VOOR DE ANALYSE VAN DE OMZET OP MELKVEEBEDRIJVEN

Hennen, W.H.G.J.

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut, 1989

Publikatie 3.141

ISBN 90-5242-037-8

60 p., tab., bijl.

Deze publikatie geeft een korte beschrijving van een voor de Nederlandse landbouw nieuwe ontwikkeling op informaticagebied: Expert Systemen. Hierbij wordt de kennis van een of meerdere experts in een computerprogramma ingebracht.

Om na te gaan of de methode van het bouwen van Expert Systemen ook mogelijkheden biedt voor toepassing in de landbouw, is een systeem ontwikkeld voor de analyse van de omzet op melkveebedrijven (OMZET-DETECTOR). Dit Expert Systeem analyseert bedrijfsgegevens en presenteert in een verslag de sterke en zwakke punten met betrekking tot de omzet. Het programma is bedoeld voor zowel veehouders als voorlichters of boekhouders.

De resultaten van een praktijktest geven aan dat het gebruik van Expert Systemen perspectieven lijkt te hebben voor toepassing in de landbouw, vooral voor de analyse van gegevens.

Expert Systeem/Evaluatie/Analyse/Management/Melkveehouderij/Omzet

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Hennen, W.H.G.J.

De methode van het bouwen van expert systemen : getest  
voor de analyse van de omzet op melkveebedrijven /

W.H.G.J. Hennen. - Den Haag : Landbouw-Economisch  
Instituut. - Tab. - (Publikatie / Landbouw-Economisch  
Instituut ; no. 3.141)

ISBN 90-5242-037-8

SISO 527.8 UDC 681.3:637.11 NUGI 835

Trefw.: expertsystemen ; melkveehouderij.

---

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

# Inhoud

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	10
2. DE METHODE VAN HET BOUWEN VAN EXPERT SYSTEMEN	14
2.1 Kunstmatige Intelligentie	14
2.2 Expert Systemen	14
2.2.1 De structuur van een Expert Systeem	14
2.2.2 De ontwikkeling van een Expert Systeem	18
2.2.3 Gereedschappen voor de bouw	18
2.2.3.1 Het gebruik van een shell	19
2.2.3.2 De ontwikkeling "from scratch"	20
2.2.3.3 "From scratch" naar een "Empty shell"	20
2.3 Geschiktheid van de methode	21
2.4 Het gebruik van Expert Systemen in de landbouw	24
3. DE ONTWIKKELING VAN DE OMZET-DETECTOR	26
3.1 Het domein	26
3.2 Totstandkoming van het systeem OMZET-DETECTOR	27
3.2.1 Het vergaren en structureren van de kennis	27
3.2.2 De implementatie van de kennis	29
3.3 De werking en resultaten van OMZET-DETECTOR	29
4. TEST VAN DE OMZET-DETECTOR IN DE PRAKTIJK	33
4.1 Voorbereiding voor de test	33
4.2 Bespreking van de resultaten met de boer	33
4.3 De betrokken bedrijven	34
4.4 Resultaten van de test	35
4.4.1 Scorecijfers en gemiddelde score	35
4.4.2 Score van de OMZET-DETECTOR	35
4.4.3 De hoogte en afwijking omzet, aantal jaren deelnemer	36
4.4.4 Invloed voorlichter op het antwoordgedrag van de boer	39
4.4.5 Reacties van voorlichters op OMZET-DETECTOR	40
4.5 Conclusies uit de test	41
5. MOGELIJKHEDEN VAN EXPERT SYSTEMEN IN DE LANDBOUW	43
LITERATUUR	46

## INHOUD (VERVOLG)

	Blz.
VERKLARENDE WOORDENLIJST MET BETREKKING TOT EXPERT SYSTEMEN	49
Bijlage 1	52
Bijlage 2	53
Bijlage 3	58
Bijlage 4	60

## Woord vooraf

Door de introductie van de automatisering op het boerenbedrijf is in toenemende mate informatie beschikbaar over het bedrijf en het bedrijfsgebeuren. Meer en meer ontstaat op bedrijven en bij de voorlichting de behoefte aan systemen die deze vele informatie gebruiken voor een duidelijke analyse en diagnose van de sterke en zwakke punten van het bedrijf. De methode van het bouwen van Expert Systemen biedt deze mogelijkheden. Dit is voor het Landbouw-Economisch Instituut aanleiding geweest om na te gaan of deze nieuwe methode ook toepassingsmogelijkheden heeft in de landbouw.

Daartoe is een Expert Systeem ontwikkeld voor de analyse van de post omzet op melkveebedrijven. De ontwikkelingsmethode vormt hier een belangrijk onderdeel, aangezien deze tevens voor andere potentiële landbouwkundige toepassingen nu en in de toekomst een belangrijke rol kan gaan spelen. Dit valt duidelijk op te maken uit de in deze publikatie beschreven resultaten van een praktijktest.

Een woord van dank is op zijn plaats aan Prof. Dr. D.S. Brée en zijn medewerkers van de Erasmus Universiteit te Rotterdam. Hun deskundige hulp is onmisbaar geweest voor de begeleiding bij en de introductie van deze voor ons nieuwe methode.

Een speciaal dankwoord gaat uit naar de heer F.D. Ettema, tot voor kort als onderzoeker bij het LEI werkzaam. Zonder zijn deskundigheid op het gebied van de analyse van de omzet was het niet mogelijk geweest deze studie te verrichten.

De medewerkers van het Consulentschap voor de Rundveehouderij te Gouda, met name Ing. S.G.W. Bense en Ing. J.M.H.M. van Geffen, alsook Ing. D.M. Waiboer van het CAD-RSP, worden daarnaast bedankt voor hun zeer nuttige inbreng in de inhoud van het systeem en het uitvoeren van de test in de nazomer van 1988. Tenslotte is veel dank verschuldigd aan allen, die hebben bijgedragen aan het tot stand komen van dit verslag.

De adjunct-directeur,

L.C. Zachariasse

Den Haag, september 1989

## Samenvatting

### *Doel van het onderzoek*

Het financieel resultaat van het bedrijf is momenteel in toenemende mate afhankelijk van vakmanschap en management van de boer: zijn vermogen om in veranderende omstandigheden de juiste beslissingen te nemen over het gebruik van de beschikbare middelen. De boer krijgt meer en meer de rol van manager, en daardoor krijgt hij dus ook meer behoefte aan *adequate informatie*. Die kan onder meer worden geleverd door het gebruik van op computers gebaseerde management-ondersteunende gereedschappen. Een gereedschap dat vooral geschikt is voor analyse, diagnose en advisering, is een zogenaamd Expert Systeem. Het doel van dit onderzoek is na te gaan of de methode waarmee Expert Systemen worden gebouwd, geschikt is voor toepassing in de landbouw in het algemeen en voor de technisch-economische analyse van de omzet op melkveebedrijven in het bijzonder. Om dit te onderzoeken is op het LEI begin 1988 gestart met de ontwikkeling van een Expert Systeem voor de analyse van de omzet op melkveebedrijven (OMZET-DETECTOR).

### *De methode*

Een *Expert Systeem* is een toepassing van *Kunstmatige Intelligentie* en kan omschreven worden als een computerprogramma dat de kennis van een of meer experts op een bepaald vakgebied bevat en die kennis kan gebruiken om problemen op dat gebied te signaleren en op te lossen. De kennis wordt meestal in de vorm van zogenaamde "*als-dan-regels*" (rule-based) opgeslagen en is volkomen gescheiden van het redeneer-mechanisme dat tijdens een consultatie van deze kennis gebruik maakt.

Degene die het systeem ontwikkelt (de knowledge engineer) werkt zeer intensief samen met de expert(s). Eerst wordt het probleem geïdentificeerd en begrensd, daarna wordt de kennis vergaard en in een geschikte vorm gerepresenteerd (bijvoorbeeld in de vorm van regels). Het vergaren en representeren van kennis is het moeilijkste onderdeel bij de bouw van een Expert Systeem.

Nadat een geschikt gereedschap (tool) voor de bouw van een Expert Systeem is gekozen, kan de kennis geïmplementeerd worden. Het resultaat wordt getest, geëvalueerd en aangepast. Het is eveneens mogelijk om een Expert Systeem van de grond af met een geschikte programmeertaal te bouwen.

De methode van het bouwen van Expert Systemen kan geschikt zijn als:

- een "echte" expert beschikbaar is;
  - het mogelijk is de kennis te vergaren;
  - de kennis goed gestructureerd kan worden;
  - de mate van onzekerheid niet groot is;
  - de taak van een expert niet té moeilijk en niet té gemakkelijk is;
  - de omvang van het probleem nauw begrensd is;
  - het probleem (gedeeltelijk) kwalitatief van aard en zodoende het oplossen ervan met conventionele technieken (mathematisch, op basis van algoritmen) niet of nauwelijks mogelijk is;
  - er behoefte aan geautomatiseerde analyses is;
  - de noodzakelijke technische specificaties mogelijk zijn;
  - er voldoende financiële middelen beschikbaar zijn in verband met de hoge ontwikkelkosten.
- Het aantal Expert Systemen dat momenteel in de landbouw wordt toegepast is zeer gering.

#### *De ontwikkeling van de OMZET-DETECTOR*

Begin 1988 is begonnen met de ontwikkeling van de OMZET-DETECTOR: een Expert Systeem voor de interpretatie van de post omzet op rundveebedrijven vanuit boekhoudgegevens (Deeladministratie Rundveehouderij, DELAR).

Dit systeem wordt geconsulteerd door gebruik te maken van een op het LEI ontwikkeld gereedschap, DETECTOR-CONSULT. De resultaten zijn te vinden in:

- de "boer-versie". De gunstige (sterke), ongunstige (zwakke) en de neutrale factoren met betrekking tot de omzet zijn hierin bij elkaar gegroepeerd;
- de "voorlichtings-versie". Deze bestaat uit een drietal bestanden ter verduidelijking van de "boer-versie" en de post omzet in het algemeen. In tegenstelling tot de "boer-versie" is de "voorlichtings-versie" in eerste instantie alleen bedoeld voor voorlichters of boekhouders. Bestudering hiervan geeft hen meer inzicht in de complexe omzet-analyse en verbetert de kwaliteit van hun advisering naar de veehouders.

#### *De praktijktest van de OMZET-DETECTOR*

Doel van de test is een indruk te krijgen van de bruikbaarheid van het Expert Systeem OMZET-DETECTOR onder praktijkomstandigheden en van het nut van analyse met Expert Systemen in het algemeen.

Het systeem is daartoe op 65 bedrijven door zeven voorlichters van het Consultantschap voor de Rundveehouderij te Gouda getest. Uit de test kan onder andere geconcludeerd worden dat het systeem OMZET-DETECTOR alsook de techniek om een bedrijfsverslag met sterke en zwakke punten van de omzet te presenteren, positief ontvangen is.

### *Mogelijkheden van Expert Systemen*

Naast de mogelijkheid die Expert Systemen bieden voor het omzetten van veel gegevens naar een begrijpelijke weergave van sterke en zwakke punten van bepaalde aspecten van het bedrijf en de bedrijfsvoering, zijn er ook andere mogelijkheden voor toepassing binnen de landbouw, zoals koppeling aan systemen die allerlei alternatieven in de bedrijfsvoering doorrekenen. Daarnaast kan gedacht worden aan Expert Systemen voor onderwijs en coaching van voorlichters, Expert Systemen voor veterinaire diagnose, enzovoorts.



## 1. Inleiding

Ten gevolge van de restrictie op melkproductie in de EEG (superheffing) in de recente jaren, is de interesse van de melkveehouder verschoven van het vergroten van de melkveestapel naar het efficiënt gebruik van de productie-factoren (Daatselaar, 1988). Het financieel resultaat van het bedrijf is nu in toenevende mate afhankelijk van vakmanschap en management van de boer (Brand et al, 1986): het vermogen om in veranderende omstandigheden de juiste beslissingen te nemen over het gebruik van de beschikbare middelen (King en Sonka, 1988). Zodoende krijgt de veehouder meer en meer de rol van manager en daardoor krijgt hij dus ook meer behoefte aan *adequate informatie*.

Momenteel worden gegevens verstrekt door administratie- en management-informatiesystemen afkomstig van boekhoudkantoren, software-bedrijven enzovoorts. Echter, deze systemen voorzien maar ten dele in de behoefte van de boer (De Hoop et al, 1988). Op de vele overzichten wordt vaak een te groot aantal gegevens vermeld, terwijl het ontbreekt aan een goede analyse van al deze gegevens. De veehouder heeft momenteel moeite om zelfstandig de juiste conclusies te trekken uit zijn individueel technisch-economisch verslag. Technisch en economisch relevante afwijkingen worden weliswaar weergegeven, maar oorzaak of orde van belangrijkheid ontbreken. Vaak kan alleen na toelichting door een bedrijfsvoorlichter of een andere deskundige en door middel van groepsdiscussies een juist oordeel worden gevormd. Aangezien meer instanties zich met de toelichting op verslagen gaan bezighouden, waarbij ook de hoeveelheid gegevens op zo'n verslag jaarlijks toeneemt, is het onzeker of er nog een uniforme toelichting per verslag plaatsvindt. Daarnaast maken niet alle veehouders gebruik van de diensten van voorlichters. Zowel de boer als de voorlichter hebben dus niet zozeer behoefte aan meer gegevens, maar aan *beter*e informatie om de sterke en zwakke punten van belangrijke aspecten van het bedrijf en bedrijfsvoering op te sporen.

Moelijkheden treden ook op wanneer gegevens worden gebruikt om beslissingen te nemen (Bemelmans, 1987). Daarom is er behoefte aan een goede methode om de veehouder te assisteren bij het uitvoeren van een professionele analyse van de beschikbare gegevens. De resultaten van deze analyse kunnen dan gebruikt worden voor het detecteren en oplossen van problemen en voor het maken van plannen voor de toekomst. Met andere woorden, de veehouder moet toegang krijgen tot technische kennis en de beste management know-how momenteel aanwezig in Nederland om te kunnen werken met de gegevens die hij op dit moment ter beschikking heeft (Brand et al, 1986).

Een nieuwe methode, die onder andere geschikt kan zijn voor analyse, diagnose en advisering, is die van het bouwen van Expert Systemen.

Een groot aantal Expert Systemen valt onder de categorie computer gebaseerde beslissings ondersteunende systemen (Davis and Olson, 1985). De kennis die aan een Expert Systeem ten grondslag ligt is afkomstig van één of meerdere experts die uiteraard deskundig zijn op het betreffende gebied (Swaans Arons en van Lith, 1984). Deze kennis moet op een zodanige manier in het systeem worden ingebouwd dat de aan de boer gepresenteerde analyse van zijn bedrijf zoveel mogelijk gelijkenis vertoont met de analyse die de experts zouden verrichten. Nau (1983) stelt zelfs dat een niet-deskundige met een Expert Systeem prestaties kan bereiken die vergelijkbaar zijn met die van een expert op dat specifieke probleemgebied.

*Het doel van het hier gepresenteerde onderzoek is na te gaan of de methode van het bouwen van Expert Systemen geschikt is voor toepassing in de landbouw in het algemeen en voor de technisch-economische analyse van de omzet op melkveebedrijven in het bijzonder.* Hiertoe werd, in het kader van het Informatica Stimuleringsplan voor Landbouwkundig Onderzoek (INSP-LO), op het LEI eind 1987 gestart met de ontwikkeling van DETECTOR: Discursieve Expert voor de Technisch-Economische Controle, Toetsing en Oordeelsvorming van Rundveebedrijfsgegevens. De bedoeling van DETECTOR is het "vertalen" van min of meer moeilijk interpreteerbare technisch-economische gegevens (momenteel aanwezig in veel informatie-/boekhoudsystemen), naar een begrijpelijke en leesbare analyse en (eventueel) advisering (figuur 1.1).

In de eerste maanden van 1988 is begonnen met de ontwikkeling van de OMZET-DETECTOR: een Expert Systeem voor de interpretatie van de post omzet op rundveebedrijven vanuit boekhoudgegevens. Daarnaast is op dit moment (medio 1989) een VOER-DETECTOR in ontwikkeling. Dit Expert Systeem geeft een zeer globale analyse van de afwijkingen van de kracht- en ruwvoerkosten ten opzichte van de norm op melkveebedrijven en kan gebruikt worden als demonstratie-systeem (Nederlands- en Engelstalig).

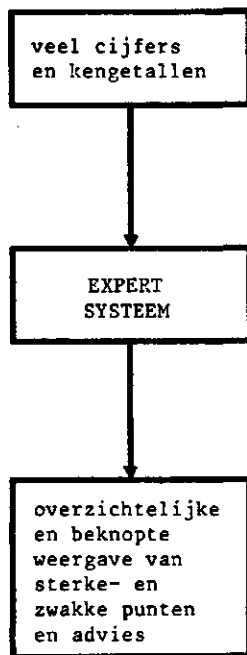
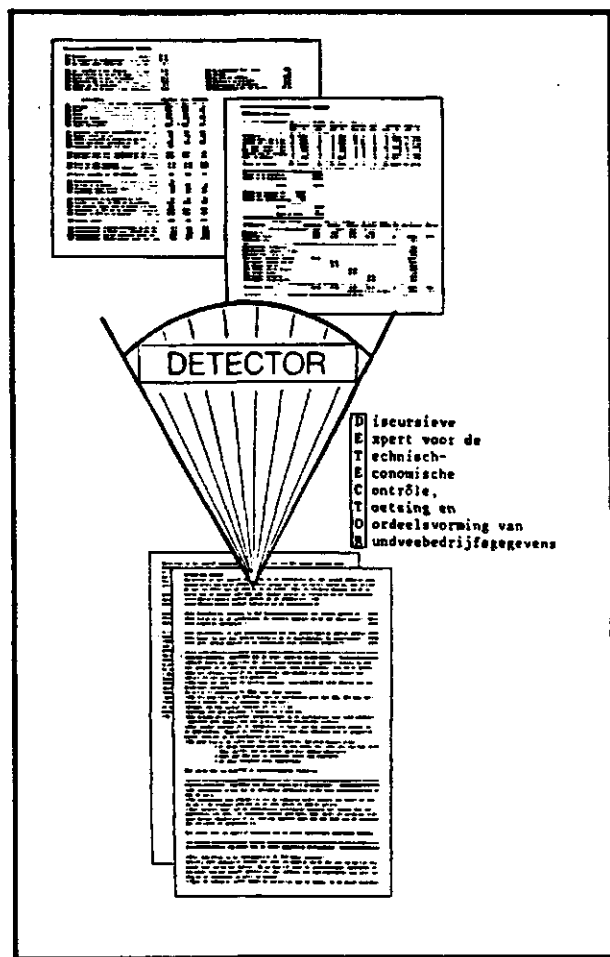
De VOER-DETECTOR en de OMZET-DETECTOR analyseren onderdelen van het saldo opbrengst minus voerkosten, het belangrijkste kengetal op een melkveebedrijf. Vooral de VOER-DETECTOR bestrijkt een gebied dat, gezien de beperking van de melkproductie, van groot belang is voor de efficiëntie- en inkomensverbetering op melkveebedrijven. Diverse technische en economische kengetallen worden door deze beide systemen verwerkt met als resultaat een beschrijving van sterke en zwakke punten van bedrijf en bedrijfsvoering binnen het onderzochte domein. Daarna zouden, indien mogelijk, adviezen ten behoeve van het management kunnen worden gegeven door gebruikmaking van een beslissings ondersteunend systeem (Huirne en Dijkhuizen, 1988).

In hoofdstuk 2 wordt de methode van het bouwen van Expert Systemen beschreven. Hier wordt ingegaan op de plaats binnen het vakgebied Kunstmatige Intelligentie en de structuur en de omgeving van deze systemen. Verder wordt beschreven hoe Expert Systemen gebouwd kunnen worden en de geschiktheid van deze methode om specifieke problemen aan te pakken. Het hoofdstuk wordt besloten met een korte beschrijving van het gebruik van Expert Systemen in de landbouw.

In hoofdstuk 3 is de ontwikkeling van de OMZET-DETECTOR beschreven. Hier wordt ingegaan op de keuze van het probleemgebied, de totstandkoming, de werking en de resultaten van het systeem.

Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van een praktijktest van de OMZET-DETECTOR, waaraan zeven voorlichters en 65 bedrijven meededen.

Tenslotte worden in hoofdstuk 5 de mogelijkheden van Expert Systemen beschreven. De bespreking beperkt zich niet tot het op het LEI gekozen concept, maar richt zich met name op de toepassing van Expert Systemen voor de landbouw in het algemeen.



*Figuur 1.1 Het concept van DETECTOR*

## 2. De methode van het bouwen van expert systemen

### 2.1 Kunstmatige Intelligentie

Expert Systemen worden vaak genoemd als de meest succesvolle toepassingen binnen het vakgebied dat Kunstmatige Intelligentie of Artificial Intelligence (AI) heet (Andriole, 1985; Blanning, 1984).

AI is een deelgebied binnen de informatica dat zich bezighoudt met het ontwerpen van "intelligente" computersystemen (Waterman, 1986). Men kan dus ook zeggen dat AI probeert de computer intelligent gedrag te laten vertonen, zoals spraak- en patroonherkenning, leren, robotica, probleem-oplossen, enzovoorts (Winston, 1984).

De praktische toepassing van methoden en technieken uit de AI die de mens kunnen helpen bij zijn werkzaamheden, heet kennis-technologie (Kwee, 1986). Voorbeelden van toepassingen zijn: natuurlijke vraagtaalen, vertaalcomputers, stemherkenningsystemen en ... Expert Systemen.

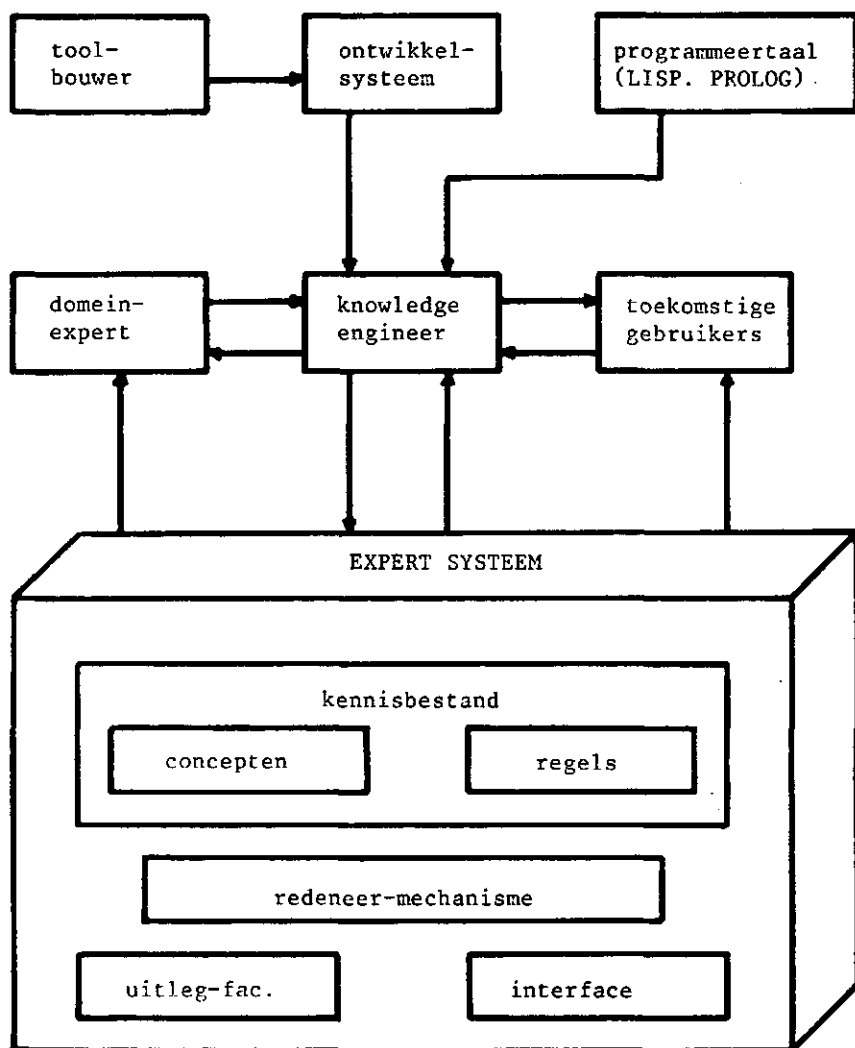
### 2.2 Expert Systemen

Expert Systemen vormen slechts een gedeelte van alle mogelijke toepassingen van de kennistechnologie die tevens technisch haalbaar en commercieel interessant kan zijn (Kwee, 1986).

Een Expert Systeem *'is an intelligent computer program that uses knowledge and inference procedures to solve problems that are difficult enough to require significant human expertise for their solution. The knowledge necessary to performe at such level, plus the inference procedure used, can be thought of as a model of the expertise of the best practioners of the field'* (Feigenbaum, 1981). Ofwel, een Expert Systeem is een computerprogramma dat de kennis van één of meer experts op een bepaald vakgebied bevat en die kennis kan gebruiken om problemen op dat gebied op te lossen (Hayes-Roth et al, 1983). Dit betekent dat er een expert aanwezig moet zijn wiens kennis expliciet gemaakt wordt. Indien de kennis in het computerprogramma niet afkomstig is van een expert, doch uit een andere bron wordt gehaald (bijv. uit boeken), dan wordt in het algemeen gesproken van een kennis-systeem (van Lith, 1987) of van een Knowledge Based System (Spijkervet et al, 1987).

#### 2.2.1 De structuur van een Expert Systeem

Figuur 2.1 geeft de globale structuur van een rule-based Expert Systeem en de plaats daarvan in de omgeving (vrij naar



**Figuur 2.1** Algemene omgeving en structuur van een rule-based Expert System

Waterman, 1985 en Zevenbergen en Schiff, 1985). Het betreft een algemene beschrijving, in werkelijkheid wijken veel Expert Systemen op één of meerdere punten van de gepresenteerde wijze af.

Expert Systemen zijn opgebouwd uit een kennisbestand en een redeneermechanisme. Daarnaast bevatten ze een gebruikersinterface en in de meeste gevallen uitleg-faciliteiten.

In het kennisbestand is de feitelijke kennis op een bepaald (nauwkeurig af te bakenen) terrein gestructureerd opgeslagen in de vorm van regels. Een regel specificceert een conclusie of actie die wordt uitgevoerd indien aan de voorwaarden (concepten) wordt voldaan. De constructie van zo'n regel is in het algemeen als volgt:

*ALS <voorwaarden> DAN <conclusie>*

Kennis kan dus in de vorm van regels (zogenaamde rule-based Expert System) gerepresenteerd worden. Andere mogelijkheden voor representatie zijn "frames" en "logic". Voor een beschrijving hiervan wordt verwezen naar Jackson (1985). De andere componenten van het kennisbestand zijn de concepten of data. De regels gebruiken deze concepten als voorwaarden om conclusies af te leiden. De concepten moeten vooraf gedeclareerd worden, geïllustreerd in het volgende zéér eenvoudige voorbeeld:

#### *CONCEPTEN:*

- Concept 1: heeft het dier veren?  
waarden: JA/NEE/ONBEKEND  
eigenschap: waarde vragen aan gebruiker
- Concept 2: legt het dier eieren?  
waarden: JA/NEE/ONBEKEND  
eigenschap: waarde vragen aan gebruiker
- Concept 3: kan het dier goed zingen?  
waarden: JA/NEE/ONBEKEND  
eigenschap: waarde vragen aan gebruiker
- Concept 4: dier is een zangvogel  
waarden: TRUE/FALSE  
eigenschap: waarde niet vragen, afleiden
- Concept 5: dier is een vogel  
waarden: TRUE/FALSE  
eigenschap: waarde niet vragen, afleiden

Het redeneer-mechanisme is het mechanisme dat de regels en de beschikbare concepten (voorwaarden) in een bepaalde consultatie gebruikt om tot een gewenste conclusie, diagnose of advies te komen.

Voor de duidelijkheid zijn van het bovenstaande voorbeeld op een bepaald moment van de consultatie de volgende concepten bekend:

### REEDS BEKENDE CONCEPTEN:

heeft het dier veren? = 'JA  
legt het dier eieren? = 'JA

Een tweetal regels uit de kennisbank van dit voorbeeld zijn:

### REGELS:

Regel 1: IF TRUE dier is een vogel AND  
kan het dier goed zingen? = 'JA  
THEN dier is een zangvogel  
Regel 2: IF heeft het dier veren? = 'JA AND  
legt het dier eieren? = 'JA  
THEN dier is een vogel

Het redeneer-mechanisme doorloopt deze kleine kennisbank. Voordat de conclusie uit Regel 1 getrokken kan worden, moet aan twee voorwaarden voldaan zijn. De eerste voorwaarde mag niet aan de gebruiker gevraagd worden (zie bovenstaande beschrijving van concepten). Het systeem probeert de waarde van deze voorwaarde elders te achterhalen, hetgeen lukt in Regel 2. Deze regel concludeert dat het onbekende dier een vogel is (waarde is TRUE), aangezien beide voorwaarden waar zijn. Om te concluderen dat het dier tevens een zangvogel is, moet de tweede voorwaarde van Regel 1 ook juist zijn. De gebruiker van het Expert Systeem wordt dan de vraag gesteld: kan het dier goed zingen? Indien het antwoord luidt "NEE", is deze vogel geen zangvogel.

Een essentieel kenmerk van een Expert Systeem is dat de gegevens (de kennis) die het programma nodig heeft om te kunnen functioneren en het redeneer-mechanisme volkomen gescheiden zijn (Zevenbergen en Schijf, 1985).

Het gebruikers-interface laat de gebruiker op een zo vriendelijk mogelijke manier met het systeem omgaan (b.v. met een natuurlijke taal). De gebruiker wordt gevraagd om informatie welke het Expert Systeem nodig heeft, bijvoorbeeld een antwoord op een door het systeem gestelde vraag of een keuze uit een menu. Ook kunnen eventueel afgeleide conclusies overzichtelijk gepresenteerd worden (b.v. verslag, grafieken).

Dit contact met de gebruiker is bij Expert Systemen belangrijk. Het systeem moet gemakkelijk kunnen worden "toegesproken" en zich vriendelijk tegenover de gebruiker opstellen.

De gebruiker kan het systeem om uitleg vragen. Twee typen vragen waar het systeem in het algemeen antwoord op kan geven zijn "WHY" en "HOW" vragen. De gebruiker kan op elk gewenst moment het toepassen van de regels onderbreken en vragen "waarom" een bepaalde vraag door het systeem wordt gesteld en "hoe" het systeem tot een bepaalde conclusie is gekomen (Zevenbergen en Schijf, 1985). Deze belangrijke eigenschap wordt de uitleg-faciliteit van het systeem genoemd.



## 2.2.2 De ontwikkeling van een Expert Systeem

Tot zover de structuur van een Expert Systeem. Maar zo'n systeem moet uiteraard ook ontwikkeld worden. Dit is met name het werk van de zogenaamde *knowledge engineer* (kennis ingenieur). Deze moet vrij intensief met een expert samenwerken om de kennis boven water te halen. De kennis wordt verkregen door een grote serie van intensieve en systematische interviews die zich uitstrekken over een periode van enkele maanden. Gedurende deze interviews legt de knowledge engineer de expert zowel realistische als kunstmatige problemen voor. Wanneer de expert de problemen oplost, moet deze precies vertellen welke concepten van belang zijn en hoe het redeneerproces verloopt. Elk stukje kennis moet tijdens zo'n interview expliciet gemaakt worden.

De knowledge engineer vertaalt de kennis en expertise van deze "domeinexpert" in de meeste gevallen in de vorm van regels en concepten. Ook andere representatievormen zijn mogelijk. Vervolgens wordt deze kennis geïmplementeerd in het kennisbestand van het Expert Systeem.

Het verkrijgen van kennis en het gestructureerd vastleggen daarvan in een bruikbare vorm is het moeilijkste aspect bij het ontwikkelen van een Expert Systeem.

Nadat de kennis voor een groot deel gestructureerd in de computer is vastgelegd, gaat de knowledge engineer samen met de expert het systeem testen, evalueren en aanpassen.

Het gebruik en de resultaten van het prototype moet zoveel mogelijk aansluiten bij de behoeften en wensen van de gebruikers. Niet alleen voorafgaande aan de keuze van het domein, maar ook tijdens de ontwikkeling zal contact moeten worden opgenomen met potentiële gebruikersgroepen (boeren, voorlichters etc.) om het systeem in die richting te ontwikkelen waar de behoefte het meest en waarbij de kans op acceptatie het grootst is.

## 2.2.3 Gereedschappen voor de bouw

Het bouwen van een Expert Systeem kan met behulp van zogenaamde "empty shells". Dit zijn lege Expert Systemen, waarbij het redeneer-mechanisme en de manier waarop de regels vastgelegd moeten worden, vastliggen en waarin "alleen nog" de kennis van de eigen specifieke situatie moet worden ingevoerd. Deze "empty shells" hebben als nadeel dat ze in het algemeen nauwelijks flexibel zijn (Jacobs, 1986).

Daarnaast is het mogelijk om Expert Systemen van de grond af op te bouwen ("from scratch") met behulp van een voor dit doel geschikte programmeertaal (b.v. LISP of PROLOG). De flexibiliteit is enorm groot, maar het complexe en tijdrovende programmeerwerk vormt een zeer groot nadeel.

Beide aanpakken zijn toegepast bij de ontwikkeling van DETECTOR en zullen in de nu volgende paragrafen worden toegelicht aan de hand van het gebruik hiervan op het LEI.

### 2.2.3.1 Het gebruik van een shell

Voor het opdoen van ervaring en voor een eventuele ontwikkeling van Expert Systemen voor de landbouw is de keuze gevallen op een "empty shell" voor de micro-computer: ACQUAINT. Voor nadere informatie over deze shell wordt verwezen naar de Vries Robbé en Zanstra (1986).

De keuze van ACQUAINT kan in de volgende opsomming van punten worden gemotiveerd:

- Ontwikkeling van Expert Systemen op het LEI heeft als belangrijke doelstelling het opdoen van kennis en ervaring. Begeleiding op dit punt, welke bij de start gegeven werd door enkele medewerkers van de Erasmus Universiteit te Rotterdam, is belangrijk. Aangezien ACQUAINT op de universiteit bekend was, is deze tool aangeschaft voor zowel het opdoen van ervaring als voor de bouw van de VOER-DETECTOR (demonstratie-systeem voor de analyse van voerkosten);
- ACQUAINT is vrij flexibel en werkt in een voor Kunstmatige Intelligentie geschikte programmeeromgeving (LISP);
- Op de Veterinaire Faculteit (R.U.U.) heeft men goede ervaringen met ACQUAINT voor de bouw van Expert Systemen voor analyses van het aantal doodgeboorten en uitval van biggen ("The Electronic Pig");
- De leverancier van ACQUAINT geeft een goede ondersteuning. Eventuele tekortkomingen van ACQUAINT kunnen mogelijk aangepast worden;
- De knowledge engineer had voordien reeds enige ervaring met ACQUAINT;
- De eisen ten aanzien van de computerfaciliteiten (micro-computer) zijn gering in vergelijking met vele andere ontwikkelingssystemen. Dit is vooral voor de toekomstige gebruikers (veehouders, voorlichters, boekhouders, onderwijs) van groot belang. Voor een beperking van wacht- en rektijden bij wat grotere Expert Systemen is een snelle micro-computer echter wel wenselijk;
- De shell is alleen geschikt indien het te bouwen systeem in omvang beperkt is.

Naast ACQUAINT zijn er uiteraard legio andere tools, ieder met zijn beperkingen en mogelijkheden. Voor het opdoen van ervaring, zoals in het geval van DETECTOR, is de keuze van de tool van ondergeschikt belang. Indien men echter werkelijk tot ontwikkeling van Expert Systemen wil overgaan moet, nadat de kennis op een gestructureerde wijze is beschreven, goed overwogen worden welke vorm van representatie met welke tool het meest wenselijk is. Hierbij moet rekening worden gehouden met de eisen van de gebruikers (micro-computers, lage bedragen voor run-time versies etc.) en de mogelijkheden van het bedrijf of de organisatie die het Expert Systeem wil gaan ontwikkelen (beschikbare middelen voor de aanschaf van geschikte hardware en software).

### 2.2.3.2 De ontwikkeling 'from scratch'

Bij de bouw van de OMZET-DETECTOR bleek al spoedig dat een aantal wensen (b.v. snelheid, geheugenbeslag, resultatenopslag) op het moment niet realiseerbaar was door gebruik te maken van ACQUAINT. Daarom werd OMZET-DETECTOR 'from scratch' in programmeertaal GCLISP (Gold Hill Computers) ontwikkeld en geconverteerd in programmeertaal muLISP (Soft Warehouse). Beide talen zijn "dialecten" van standaard LISP: Common LISP (Steele, 1984).

Bij de consultatie van het systeem wordt gebruik gemaakt van de muLISP-interpreter. Een interpreter is een vertaalprogramma dat de opdrachten vertaalt en daarna meteen uitvoert.

De in LISP geprogrammeerde functies bevatten alle eigenschappen die wenselijk zijn voor dit specifieke Expert Systeem (OMZET-DETECTOR dus). Additionele wensen en functies kunnen redelijk gemakkelijk geprogrammeerd en ingebouwd worden, zodat de flexibiliteit enorm groot is.

In het algemeen moet echter wel worden gezegd dat het werken met een shell te verkiezen is boven het bouwen 'from scratch', tenzij de nadelen bij gebruik van een 'empty shell' groter zijn. Bij een shell hoeft er in principe geen specifieke programmeertaal geleerd te worden en ten gevolge daarvan hoeven er tevens geen moeilijke (LISP)functies geprogrammeerd te worden.

### 2.2.3.3 'From scratch' naar een 'Empty shell'

Het geprogrammeerde redeneer-mechanisme van de OMZET-DETECTOR is, na enkele eenvoudige aanpassingen, omgebouwd tot een 'empty shell' (DETECTOR-CONSULT genaamd). Deze kan eventueel voor vergelijkbaar te ontwikkelen systemen gebruikt worden, maar dan heet de ontwikkeling niet meer 'from scratch' aangezien "alleen" de kennis in het systeem hoeft te worden ingebouwd.

Voordelen van DETECTOR-CONSULT zijn:

- eenvoudig te leren;
- eenvoudige implementatie van het kennisbestand;
- zeer grote flexibiliteit (nieuwe functies);
- grotere snelheid;
- geen beperking van het aantal regels (regels worden als data ingelezen) en dus geen geheugenproblemen;
- eenvoudige opslag van resultaten in bestanden.

Huidige nadelen van DETECTOR-CONSULT zijn:

- het missen van enkele intelligente taken;
- ontbreken van uitleg-faciliteiten;
- slechts bruikbaar voor specifieke problemen;
- (nog) niet verkrijgbaar in de handel.

De genoemde nadelen waren voor de OMZET-DETECTOR overigens niet van belang.

## 2.3 Geschiktheid van de methode

Na beschrijving van de structuur en de wijze van het tot stand komen van een Expert Systeem, toegelicht aan de hand van de op het LEI in ontwikkeling zijnde systemen, volgt in deze paragraaf een *zeer algemene* uiteenzetting van de geschiktheid van de methode. Ook hier zal, indien nodig, DETECTOR als illustratie worden gebruikt.

Indien de expert zelden beschikbaar is, bijvoorbeeld omdat deze geregeld op andere locaties werkzaam is, of als er bij het eventueel verlaten van bedrijf of dienst (ontslag, pensioen, overlijden) tevens veel kennis verloren gaat, zou het wenselijk kunnen zijn deze kennis in een Expert Systeem op te slaan (Rose, 1988).

Het is in het algemeen moeilijk om een eenvoudig antwoord te geven op de vraag of een probleem zich leent voor benadering met een Expert Systeem. Een groot aantal karakteristieken speelt hierbij een rol, zowel afzonderlijk als in samenhang met elkaar. Of de methode geschikt is voor het specifieke probleem kan afhangen van de volgende factoren:

### 1. *Beschikbaarheid expert*

Er moet een "echte" expert beschikbaar zijn met voldoende en gegarandeerde inzet, liefst binnen de eigen organisatie. Deze expert moet uiteraard een hoog niveau van expertise bezitten. Dit betekent dat hij een bepaald probleem beter kan oplossen dan anderen.

### 2. *Het vergaren van kennis*

De expert moet in staat zijn om zich duidelijk en goed uit te drukken en moet tevens kunnen uitleggen hoe en waarom hij tot een bepaalde oplossing komt. Het vergaren van de kennis is de moeilijkste taak van de knowledge engineer, zodat deze factor enorm belangrijk is. Dit kan nauwelijks indien er een hoge mate van intuïtie ("Fingerspitzengefühl") nodig is om het probleem op te lossen.

### 3. *Aard van de kennis*

De kennis die nodig is om het probleem op te lossen moet vrij nauwkeurig en goed te structureren zijn. Als het probleem "nieuw" is moet teveel "fundamenteel" onderzoek verricht worden om het probleem op te lossen. Bij een nieuw probleem bestaat er eigenlijk ook geen echte expert.

### 4. *Onzekerheid*

In een Expert Systeem is het mogelijk rekening te houden met de mate van zekerheid. Een probleem met een zeer grote mate van onzekerheid is evenwel ongeschikt voor benadering met behulp van een Expert Systeem.

5. *De taak van een expert*

De taak van de expert mag niet té moeilijk zijn. Indien de taak niet overdraagbaar is aan anderen (veel "on-the-job"-ervaring) of het probleem zó groot is dat het dagen of weken duurt om het op te lossen, dan is het voor de knowledge engineer te moeilijk, zoniet onmogelijk, om hiervoor een Expert Systeem te bouwen. Het ontwikkelen van deelsystemen kan hier mogelijk uitkomst bieden. De taak moet overigens wel moeilijk genoeg zijn om de ontwikkeling van een Expert Systeem te rechtvaardigen. Bijvoorbeeld om adreslijsten alfabetisch te sorteren moet een andere aanpak gekozen worden.

6. *De breedte en aard van het probleem*

De taak van een expert kan vaak nauwelijks los gezien worden van de omvang van het probleem. Het probleem moet binnen nauwe grenzen liggen. Een te breed of te algemeen probleem is in de meeste gevallen de oorzaak van het falen van Expert Systemen. OMZET-DETECTOR heeft bijvoorbeeld een begrepsd en goed gedefinieerd domein, terwijl de in ontwikkeling zijnde VOER-DETECTOR daarentegen een veel breder gebied bestrijkt (graslandexploitatie, veevoeding, etc.) met bovendien een zekere mate van onzekerheid. Het is in zo'n geval aan te bevelen het probleem op te delen en aparte deelsystemen te ontwikkelen, eventueel gecombineerd met een voorzichtige presentatie van conclusies.

7. *Symbool-manipulatie*

Wanneer experts problemen oplossen, in het bijzonder problemen van het type dat zich leent voor Expert-Systeembenadering, dan doen zij dit niet door het oplossen van een set vergelijkingen, al dan niet met behulp van de computer. Zij kiezen symbolen om de probleem-concepten te representeren en passen vervolgens verscheidene strategieën en heuristieken toe om deze concepten te manipuleren (symbool-manipulatie). Met heuristieken worden vuistregels bedoeld om acceptabele oplossingen te verkrijgen. In het algemeen kan gezegd worden dat pas naar de methode van het bouwen van Expert Systemen wordt gegrepen indien conventionele technieken (mathematisch, op basis van algoritmen) de problemen niet of vrij moeilijk kunnen oplossen. Dit betekent dat Expert Systemen geschikter zijn in situaties waarbij een groot deel van het probleem kwalitatief van aard is.

Het verschil tussen symbool-manipulatie (kwalitatief) en algoritmische benadering (kwantitatief) wordt in het onderstaande toegelicht met de OMZET-DETECTOR als voorbeeld. Om het probleem op te lossen (uitspraken te doen over sterke en zwakke punten) maakte de expert vooraf enkele korte berekeningen (kwantitatief). Resultaten van deze berekeningen tezamen met enkele andere constateringingen werden heuristisch, met behulp van "als-dan-regels" gebruikt om uitspraken te

doen (symbool-manipulatie). In de OMZET-DETECTOR is het re-  
kengedeelte daarom in een apart FORTRAN-programma opgenomen.  
De resultaten van dit programma worden gebruikt door het  
werkelijke Expert Systeem dat het probleem heuristisch op-  
lost. Een voorbeeld uit de OMZET-DETECTOR:

```
Rule 904  ALS  AanbodJongvee < 0 EN
           AanbodKalveren >= 0
           DAN  CONCLUSIE: WeinigJongvee

Rule 251  ALS  NOTTRUE WeinigJongvee
           BelangVerkoopVaarzenNegatief < 0 EN
           CompensatieDoorUitvalPositief <= 0 EN
           CompensatieDoorUitvalNegatief >= 0
           DAN  CONCLUSIE: WeinigVerkochteVaarzen

Rule 252  ALS  TRUE WeinigVerkochteVaarzen EN
           VervangingsPercentage >= 40 EN
           VerkoopEffectVaarzen > 0
           DAN  PLAATS IN RAPPORT ALS ONGUNSTIG:
           "Ten opzichte van de norm te weinig of geen
           vaarzen verkocht, door grote uitstoot
           melkkoeien"
```

Vooraf zijn in het reken-programma de symbolen AanbodJong-  
vee, AanbodKalveren, BelangVerkoopVaarzenNegatief, enzo-  
voorts van een waarde voorzien. Deze symbolen met hun waarde  
worden samen met andere symbolen (b.v. WeinigJongvee)  
gebruikt om het probleem middels heuristische regels op te  
lossen.

#### 8. *Behoeftte aan geautomatiseerde analyses*

Een andere belangrijke factor is dat er behoefte moet zijn  
aan geautomatiseerde analyses (bijvoorbeeld m.b.v. Expert  
Systemen), waarbij de potentiële gebruikers positief en  
enthousiast zullen moeten zijn en waarbij tevens een sterke  
"commitment" van het management vereist is. De organisato-  
rische consequenties dienen bij de introductie gering te  
zijn.

#### 9. *Noodzakelijke technische specificaties*

De technische specificaties (van hard- en software) bij de  
bouw en het gebruik van Expert Systemen mogen geen bottle-  
neck vormen. Expert Systemen die alleen geconsulteerd kunnen  
worden op microcomputers moeten hiervoor ook ontwikkeld wor-  
den. Het al of niet noodzakelijk zijn van koppelingen met  
andere programmatuur, alsmede een hoge run-time prijs voor  
de gerealiseerde applicatie kunnen de oorzaak zijn om de  
methode met enige voorzichtigheid toe te passen.

#### 10. Beschikbaarheid van middelen

Expert Systemen kunnen alleen ontwikkeld worden indien er voldoende middelen (tijd, geld, goede ontwikkelomgeving) beschikbaar zijn. Gezien de in het algemeen grote kosten en de benodigde mankracht is de ontwikkeling van Expert Systemen vaak een prioriteitenkwestie. Een Expert Systeem kost globaal zo'n f 1.000,- per regel, hier en daar wordt zelfs een bedrag van f 10.000,- per regel genoemd, hetgeen betekent dat een middelgroot Expert Systeem (bijvoorbeeld 500 regels) wel eens één of meer miljoenen kan gaan kosten. Hiermee zijn dan ook zo'n vijf tot tien manjaren gemoeid (Waterman, 1985).

De voor de bouw nodige kosten en mankracht is echter sterk afhankelijk van het domein, de te gebruiken tool, mate van gebruikersvriendelijkheid enzovoorts. De ontwikkeling van de OMZET-DETECTOR heeft beduidend minder tijd en geld gekost dan hiervoor werd aangegeven: ongeveer 0,75 manjaar (incl. ontwikkeling van de tool DETECTOR-CONSULT) voor zo'n 200 regels (excl. FORTRAN-programma) en enkele duizenden guldens voor apparatuur en programmatuur. Uit de resultaten van de test (zie later in dit verslag) blijkt niet dat de OMZET-DETECTOR daardoor minder waardevol is.

Indien het probleem geschikt is om met deze methode te benaderen, moet het uit kosten/baten oogpunt dus eveneens aantrekkelijk zijn om een Expert Systeem te bouwen. Echter, voor het onderzoek kan de ontwikkeling van deze systemen zinvol zijn voor haalbaarheids- en acceptatieonderzoek, aangezien er tot op heden nauwelijks duidelijkheid is over het nut van Expert Systemen (in de landbouw).

#### 2.4 Het gebruik van Expert Systemen in de landbouw

In de landbouw doen Expert Systemen sinds kort hun intrede in onderzoek en ontwikkeling. Het bouwen van deze systemen staat hier dan ook nog steeds in de kinderschoenen. Dit ondanks dat zulke systemen een belangrijke rol kunnen spelen bij het vastleggen, beschikbaar maken en verspreiden van expertise. De landbouw kan immers worden gekarakteriseerd als een kennisintensieve bedrijfstak met veel en zeer gevarieerde expertisegebieden (Spijkervet et al, 1987).

Het aantal Expert Systemen dat in de praktijk wordt gebruikt is momenteel vrij gering, ook in de landbouw. De (schaarse) agrarische toepassingen zijn voornamelijk te vinden in de akker- en tuinbouw (Waterman, 1986; Doluschitz and Schmisseeur, 1988). Het betreft dan voornamelijk diagnosesystemen voor ziekten. Praktische toepassingen binnen de veehouderij zijn niet bekend, hoewel men op diverse plaatsen met de ontwikkeling bezig is. De druk om Expert Systemen te gaan vervaardigen neemt echter toe. Gezien

de ontwikkelingen op computergebied en de toenemende beschikbaarheid van verbeterde technieken en tools op het gebied van de kunstmatige intelligentie, zal de introductie van Expert Systemen binnen de veehouderij niet lang op zich hoeven te laten wachten. De verwachting is dan ook dat Expert Systemen van betekenis kunnen zijn voor de agrarische sector (McKinion and Lemmon, 1985), gezien de voorgestelde projecten binnen potentiële toepassingsgebieden zowel in Nederland (Spijkervet et al, 1987) als in het buitenland (DLG, 1988).



### 3. De ontwikkeling van de omzet-detector

#### 3.1 Het domein

Het Expert Systeem OMZET-DETECTOR beschrijft op basis van de Deeladministratie Rundveehouderij (DELAR) de sterke en zwakke punten van de post omzet.

Het DELAR programma is een technisch/economische boekhouding, ontwikkeld door een aantal landbouw-boekhoudbureau's aangesloten bij de Landelijke Vereniging van Accountants- en Belastingadviesbureaux "VLB", in nauwe samenwerking met de regionale en landelijke voorlichting. Het is geen volledige administratie maar een deeladministratie, omdat het gericht is op de berekening van de opbrengst minus de variabele kosten van rundveebedrijven. Als onderdeel van deze berekeningen staan de omzet aan vee, het voerverbruik en de voerkosten centraal. Het doel van DELAR is de veehouder inzicht te geven in enkele onderdelen van de bedrijfsvoering, die een belangrijk deel vormen van opbrengsten en kosten en bovendien jaarlijks zijn bij te sturen. Het saldo opbrengst minus voerkosten (per koe of per ha) staat hierbij centraal.

De benodigde bedrijfsgegevens moeten door de deelnemers (circa 2700) in een zogenaamd opnameboek genoteerd worden, waarbij de veehouders de individuele of gemiddelde veeregistratie kunnen kiezen. De gegevens worden centraal met computers verwerkt, waarna de resultaten de boer worden toegezonden.

Om de technische resultaten te kunnen beoordelen zijn enkele jaren geleden door het Proefstation voor de Rundveehouderij en het LEI normberekeningen voor de omzet en de voerkosten ontwikkeld. Bij elk bedrijf wordt vanuit zijn eigen bedrijfsgegevens bekeken in hoeverre de resultaten afwijken van datgene wat onder normale omstandigheden behaald kan worden. De rekenregels achter deze normen staan beschreven in de "Handleiding Deeladministratie Rundveehouderij" (Werkgroep DELAR, 1988).

Met deze normen is het nu mogelijk om de gerealiseerde cijfers te beoordelen. Een hulpmiddel hierbij is het DELANO-programma, waarvan selectief gebruik kan worden gemaakt door de voorlichters. Dit programma heeft naast enkele algemene gegevens ook een groot aantal gegevens uit de veebalans nodig. In deze veebalans staan per diercategorie (melkkoeien, vaarzen, pinken etc.) het aantal en bedrag op de begin- en eindbalans, de aangekochte en verkochte aantallen en bedragen, het aantal geboren en gestorven dieren, alsmede de overgangen van de ene diercategorie naar de andere.

De uitvoer van het DELANO-programma is de DELANO-tabel waarin een kwantitatief overzicht van de post omzet wordt gegeven (zie bijlage 1). Het probleem is echter dat zowel de veehouders als de voorlichters en boekhouders de inhoud van deze tabel door

de complexiteit ervan niet of nauwelijks kunnen begrijpen en dat zij zodoende minder bruikbaar is voor inzicht in de bedrijfsvoering. Het verrichten van een goede analyse van de post omzet aan de hand van zowel de veebalans als de DELANO-tabel kon in dit onderzoek eigenlijk alleen gedaan worden door de expert, F.D. Ettema. Deze is ook voor een zeer belangrijk deel bij de opstelling van de rekenregels betrokken geweest.

OMZET-DETECTOR bevat de kennis van de expert op het domein omzet, waarbij de veebalans en enkele andere gegevens uit de DELAR de basis vormen.

De keuze van het domein ligt eigenlijk niet zo voor de hand, aangezien de voerkosten op melkveebedrijven veel belangrijker zijn dan de omzet. Redenen waarom toch gekozen is voor de ontwikkeling van een analyse-systeem voor de post omzet zijn de volgende:

- voor het opdoen van ervaring verdiende een gestructureerd probleem de voorkeur;
- de expert was in staat een gedegen analyse van de post omzet te geven, op een wijze die geen ander kan evenaren;
- door het verlaten van de dienst zou de kennis van de expert anders verloren zijn gegaan. Net als de auteur dezes was de expert immers werkzaam bij het LEI, waardoor bovendien de samenwerking vloeiend kon verlopen;
- het grote toepassingsgebied van het analyse-programma bij een eventuele acceptatie daarvan (DELAR, LEI-boekhouding, etc.);
- de mystiek, waarmee de post omzet omgeven is, zou doorbroken kunnen worden;
- het grote tijdsbeslag wat nodig zou zijn voor een verdere ontwikkeling van het demonstratiesysteem VOER-DETECTOR (analyse van de voerkosten) tot een betrouwbaar en acceptabel systeem.

## 3.2 Totstandkoming van het systeem OMZET-DETECTOR

### 3.2.1 Het vergaren en structureren van de kennis

Na de keuze van het probleemgebied en de geschikte expert, werd in een aantal gesprekken tussen de expert en de knowledge engineer het domein afgebakend door te onderzoeken welke relevante concepten van belang zijn in het Expert Systeem. Vragen die in dit stadium beantwoord moesten worden waren: welk deel van DELAR komt in aanmerking, welke gegevens zijn hierbij van belang, hoe kan de DELANO-tabel in het systeem worden opgenomen, enzovoorts.

Gezamenlijk werd vervolgens op papier een globale structuur van de domeinkennis opgesteld. Uitgaande van deze structuur werd aan de expert een aantal bedrijfssituaties voorgelegd waarvan deze moest vertellen welke, wat de omzet betreft, de sterke en

zwakke punten waren. Tevens werden zogenaamde "what-if" situaties voorgelegd, situaties die, bij uitzondering, mogelijk voor kunnen komen.

Vaak moesten vooraf enkele kleine berekeningen uitgevoerd worden, zoals bijvoorbeeld ten aanzien van het al of niet aanwezig zijn van een onevenredige verdeling van de jongveestapel op de beginbalans. De expert werd tevens gevraagd de gedachtengang achter deze berekening uit te leggen en daarbij te vermelden welke gegevens van belang zijn en waarom. Het resultaat van deze berekening(en) werd, samen met andere gegevens, gebruikt om een oordeel te geven over een specifiek onderdeel van het domein.

Geregeld kwam het voor dat de expert niet direct kon zeggen wat er op het bedrijf (een bepaalde case) aan de hand was. Hij wenste het probleem eerst (thuis) te bestuderen, om in een volgende bijeenkomst met een mogelijke oplossing te kunnen komen.

Hieruit valt af te leiden dat, ondanks het feit dat de expert op dit gebied enorm veel kennis heeft, het domein zeer complex is. Het vergaren van de kennis heeft er ook toe geleid dat de expert het domein beter is gaan begrijpen. Dingen die eerst vanzelfsprekend voor hem waren, bekijkt hij nu met een meer kritische blik en hij weet ook beter te verklaren waarom hij tot een bepaalde conclusie is gekomen. Dit heeft de ontwikkeling van het Expert Systeem zeker niet gestagneerd. Doordat de expert het domein anders bekeek, kreeg de knowledge engineer de indruk dat de expert actiever en enthousiaster bij de ontwikkeling betrokken was en zijn kennis gemakkelijker kon verwoorden. Na implementatie en in een nog verder stadium van de ontwikkeling werd het Expert Systeem als een meer volwaardige partner gezien die af en toe een opmerking gaf die de expert in eerste instantie niet accepteerde, maar waarvan deze bij nadere bestudering moest toegeven dat het systeem gelijk had.

Hieruit blijkt dat de motivatie van de expert een zeer belangrijk aspect voor de vergaring van de kennis is. Indien de expert niet geïnteresseerd is, gaat deze niet actief verschillende alternatieven zoeken en accepteert zodoende de conclusies zonder meer. Is de expert wel geïnteresseerd, dan wil hij een zo goed en volledig mogelijk systeem hebben. Het is immers *zijn* kennis die in het systeem opgeslagen zit!

Een ander belangrijk aspect is het wensenpakket van de toekomstige gebruikers. Het in een vroeg stadium contact opnemen met potentiële gebruikersgroepen, al dan niet samen met de expert, heeft het vergaren van de kennis en de ontwikkeling van het systeem positief beïnvloed. Vooral de gedachte dat, indien aan deze wensen voldaan kan worden, het systeem een grotere acceptatiekans heeft, werkt motiverend zowel voor de expert als voor de knowledge engineer.

### 3.2.2 De implementatie van de kennis

Gelijktijdig met het proces van vergaring en structurering van de kennis, werd ook overgegaan tot de implementatie. In eerste instantie geschiedde dit in de shell ACQUAINT (zie 2.2.3.1). Al gauw werd duidelijk dat de omvang van de kennisbank de geheugencapaciteit zou overtreffen, ondanks dat teksten in aparte bestanden waren opgeslagen en zodoende geen intern geheugen behoeften. Om dit probleem op te lossen werden alle rekenelementen in een afzonderlijk FORTRAN-programma opgenomen, dat vanuit ACQUAINT aangeroepen kon worden. De kennisbank bevatte na deze aanpassing naast de concepten zodoende alleen nog heuristische regels.

Het Expert Systeem was na de aanpassing nog steeds vrij groot, en zodoende té traag. Ook voor het uiteindelijke doel van OMZET-DETECTOR, het automatisch genereren van rapporten zonder tussenkomst van de veehouder (n.a.v. de wens van de voorlichtingsdienst), was de aanpak minder geschikt. Overigens moet wel opgemerkt worden dat ACQUAINT als tool zeer geschikt kan zijn voor andersoortige (ofwel kleinere) problemen, zoals gemotiveerd in paragraaf 2.2.3.1.

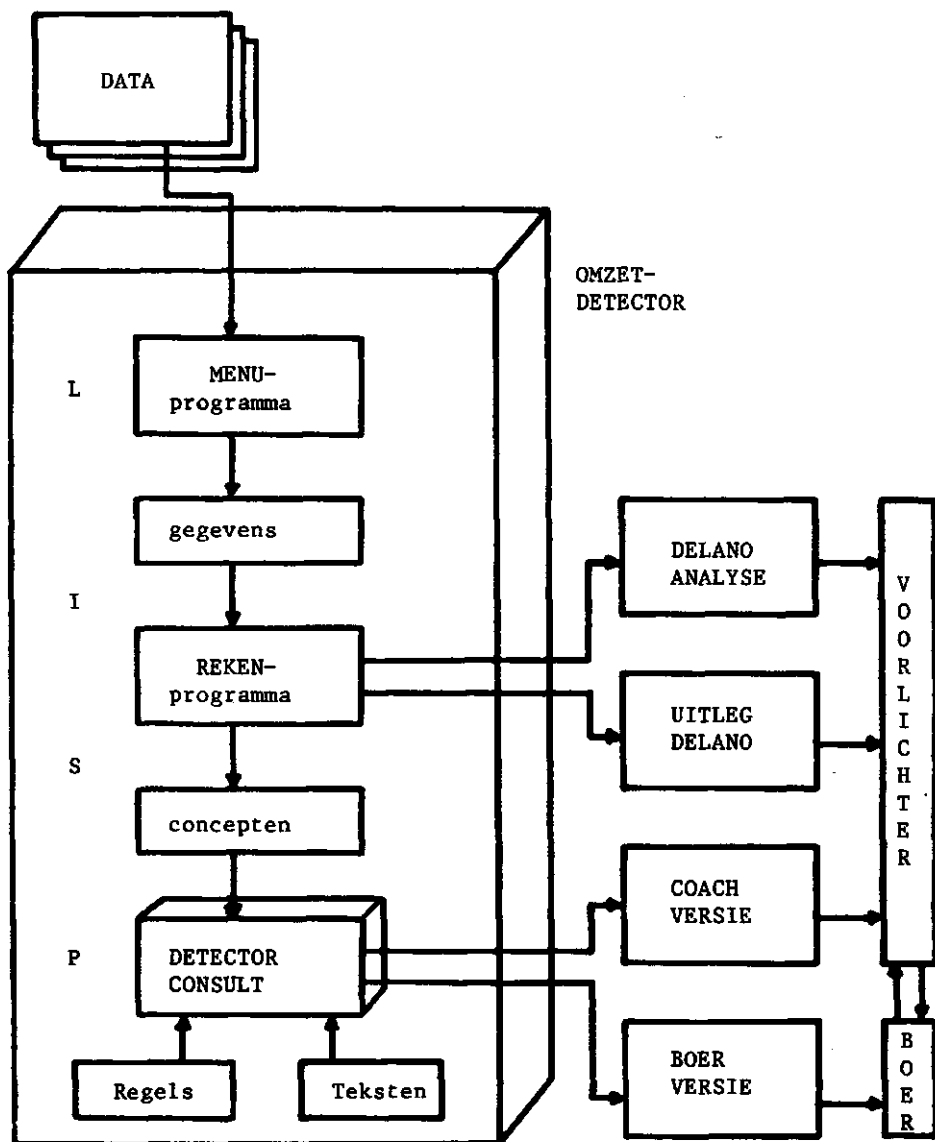
Besloten werd om de kennis te implementeren in een vorm die geschikt was voor het op het LEI in ontwikkeling zijnde consultatie-systeem DETECTOR-CONSULT (zie 2.2.3.2). Na implementatie had het systeem geen problemen meer met de geheugencapaciteit en was het bovendien enkele malen sneller dan voorheen, zonder enige afbreuk te doen aan de kwaliteit van de uiteindelijke uitkomsten.

### 3.3 De werking en resultaten van OMZET-DETECTOR

De OMZET-DETECTOR, werkend met de tool DETECTOR-CONSULT, kan het best beschreven worden aan de hand van figuur 3.1.

Na de start wordt de muLISP-interpreter (zie 2.2.3.2) ingeladen, die op zijn beurt DETECTOR-CONSULT en een in muLISP geschreven MENU-programma in het geheugen opslaat. Het MENU-programma vraagt om de benodigde informatie op een eenvoudige en overzichtelijke wijze, met de mogelijkheid tot wijzigingen. Na de invoer worden de gegevens in een apart bestand opgeslagen, zodat deze later eventueel gebruikt kunnen worden. In de toekomst moet uiteraard een directe koppeling met het boekhoudprogramma tot stand worden gebracht om de benodigde gegevens automatisch op te vragen. Het handmatig invoeren van reeds digitaal opgeslagen gegevens is uiteraard niet zinvol.

Na het MENU-programma te hebben gebruikt, neemt DETECTOR-CONSULT de besturing over en roept een FORTRAN-programma aan dat met behulp van de gegevens uit het gegevensbestand de voor het Expert Systeem noodzakelijke voorberekeningen maakt. De resultaten van dit rekenprogramma staan in een drietal bestanden opgeslagen met het deelnemersnummer als bestandsnaam:



*Figuur 3.1 Structuur van de OMZET-DETECTOR*

- de bedrijfsspecifieke DELANO-tabel (3.1), aan de hand waarvan de OMZET-DETECTOR zijn analyses verricht (zie bijlage 1);
- de uitgebreide uitleg van de DELANO-tabel. Hierin zijn de rekenregels die achter de DELANO-tabel zitten op een zo eenvoudig mogelijke manier beschreven en ingevuld met bedrijfsspecifieke gegevens en resultaten (zie bijlage 2);
- een bestand met concepten (oorspronkelijke gegevens en berekende kengetallen als resultaat van het FORTRAN-programma) met erbij behorende waarden. Deze concepten met waarden worden als voorwaarden voor de "*als-dan-regels*" gebruikt (2.3).

Nadat het reken-programma de taak heeft volbracht, neemt DETECTOR-CONSULT de besturing weer over, laadt het bestand met concepten en waarden in zijn geheugen en maakt vervolgens gebruik van zijn eigen redeneer-mechanisme.

De daarvoor benodigde "*als-dan-regels*" staan als data opgeslagen op de schijf. Telkens wordt een regelset, met gemiddeld zo'n vijftien regels, door DETECTOR-CONSULT in het geheugen opgeslagen en vervolgens doorlopen middels het redeneer-mechanisme. Hoe dit proces verloopt en hoe binnen deze set met de zogenaamde contexten wordt gewerkt, zal in dit verslag, vanwege het technische karakter, niet worden beschreven.

Nadat de eerste regelset is afgehandeld, wordt de tweede ingelezen. Deze neemt de geheugenruimte van de eerste set in; enzovoorts totdat alle regelsets doorlopen zijn.

DETECTOR-CONSULT weet nu wat er, uitgaande van de gegevens, geconcludeerd kan worden. Om deze "kennis" expliciet te maken voor de gebruiker, moeten teksten aan de relevante conclusies worden verbonden. Dit doet DETECTOR-CONSULT door het afzonderlijk inladen van zogenaamde tekst-bestanden. Tijdens het doorlopen van zo'n tekst-bestand worden de bij de conclusies behorende teksten ingelezen en in een tweetal bestanden geplaatst:

- de "boer-versie" van de OMZET-DETECTOR. Hierin staan de resultaten van de analyse op een "boer-vriendelijke" manier gepresenteerd. De gunstige, ongunstige en de neutrale factoren zijn bij elkaar gegroepeerd. Het betreft alléén sterke en zwakke punten van de omzet (afwijking ten opzichte van de norm), hetgeen betekent dat dit niet altijd sterke en zwakke punten van het algemene bedrijfsgebeuren zijn. Een domein dient namelijk begrensd te zijn (zie 2.3) en zodoende is het onmogelijk veel relaties met overige bedrijfsprocessen te leggen. Daar waar bijvoorbeeld een gunstige invloed op de omzet te voorzien is, maar een ongunstige voor het totale bedrijfsresultaat, wordt dit zoveel mogelijk in de tekst vermeld.

De boer ontvangt in principe alléén de "boer-versie", welke op A4-formaat wordt verstrekt (zie bijlage 3). In dit bestand staan eveneens codes ( (1), (2) .. etc.), welke verwijzen naar de DELANO-tabel in bijlage 1. Deze codes dienen voor de bestudering van de omzet door de voorlichter.

- Indien de boer dit wenst, kan hij ook gebruik maken van: de "coach-versie" van de OMZET-DETECTOR. In dit veelal kleine bestand staan enkele aanvullende opmerkingen, welke in de "boer-versie" niet vermeld staan (zie bijlage 4). De "coach-versie" dient, samen met de DELANO-tabel en de uitleg daarop, voor het vertrouwd raken met een zeer complex domein. Deze drie bestanden gecombineerd, wordt de "voorlichtings-versie" genoemd. Het frequent raadplegen hiervan door voorlichters of boekhouders geeft meer inzicht in de omzet en verbetert de kwaliteit van hun advisering naar de veehouders.

DETECTOR-CONSULT is nu klaar en de besturing wordt door de muLISP-interpreter overgedragen aan MS-DOS. De gebruiker kan nu met gegevens van een tweede bedrijf het systeem consulteren door weer het start-commando te geven.

De aangemaakte bestanden worden opgeslagen en samengevoegd en kunnen vervolgens worden uitgeprint. De geprinte versies kunnen de voorlichters of boekhouders bestuderen en eventueel bespreken met de boer.

Tot slot kan gezegd worden dat de OMZET-DETECTOR zo volledig mogelijk gebouwd is naar de wensen van toekomstige gebruikers, die in een zeer vroeg stadium van de ontwikkeling zijn benaderd. De bouw hiervan heeft geresulteerd in een systeem dat op een snelle manier bedrijfsverslagen op een microcomputer genereert. Om dit te kunnen realiseren zijn tijdens de ontwikkeling keuzes gemaakt, bijvoorbeeld de bouw van het redeneer-mechanisme DETECTOR-CONSULT in muLISP, het niet meenemen van uitlegfaciliteiten, mogelijkheden tot centrale verwerking, regels en teksten als data-bestanden, uitgebreide bestanden voor voorlichters, enzovoorts.

## 4. Test van de omzet-detector in de praktijk

Na validering door de expert, is de OMZET-DETECTOR getest onder praktijkomstandigheden. Doel van deze test was niet alleen een indruk te krijgen van de acceptatie van het systeem, maar vooral om na te gaan of de methode (analyse m.b.v. Expert Systemen) in het algemeen geschikt en nuttig is.

De uitslag van deze test kan bijdragen tot ondersteuning van beslissingen over de introductie van de OMZET-DETECTOR op grotere schaal en de verdere ontwikkeling van Expert Systemen voor andere bedrijfsonderdelen.

Tenslotte dient deze test om tekortkomingen van dit systeem op te sporen om in de toekomst het systeem zoveel mogelijk te verbeteren en aan te passen aan de wensen van de voorlichters en de veehouders.

### 4.1 Voorbereiding voor de test

Vanwege de verleende medewerking bij de bouw van DETECTOR en de interesse voor dit systeem, is de OMZET-DETECTOR getest bij het Consulentenschap voor de Rundveehouderij te Gouda.

Een Bedrijfstakdeskundige van hetzelfde Consulentenschap benaderde hiervoor zeven voorlichters. Criteria voor de keuze van deze voorlichters door de Bedrijfstakdeskundige waren:

- zoveel mogelijk verspreid liggende werkgebieden in de provincie Zuid-Holland;
- enige affiniteit met computergebruik.

De zeven voorlichters zouden deze test uitvoeren op alle aan de individuele veeregistratie van de Deeladministratie Rundveehouderij (DELAR) deelnemende bedrijven in hun werkgebied. Tijdens een instructiedag op het Consulentenschap te Gouda werd de omzet uit de DELAR en het Expert Systeem OMZET-DETECTOR toegelicht. Daarna hebben de voorlichters het Systeem geconsulteerd waarbij de benodigde DELAR-gegevens van de betrokken bedrijven handmatig werden ingevoerd. Na de consultatie werden de resultaten op diskette opgeslagen en uitgeprint. Per bedrijf waren er twee uitdraaien: de "boer-versie" en de "voorlichtings-versie" ("coach-versie", DELANO-tabel en uitleg op DELANO).

Vóór bespreking met de boer werd de "boer-versie" bestudeerd, waarbij de uitgebreide versie en een vooraf uitgereikte instructie-map als extra informatie kon dienen.

### 4.2 Bespreking van de resultaten met de boer

De resultaten werden door de voorlichters met de betrokken melkveehouders besproken. Daarna werden aan de veehouders een aantal vragen gesteld om het systeem te evalueren. Aan de orde



kwamen de volgende vragen:

1. Wordt de omzet voor u nu duidelijker?
2. Heeft deze omzet-analyse nut voor de bedrijfsvoering?
3. Kan het verslag bijdragen tot verhoging van de post omzet?
4. Spreekt deze wijze van analyseren u aan?
5. Wat is uw eindoordeel over de OMZET-DETECTOR?
6. Overige opmerkingen?

Verder werd gevraagd naar het aantal jaren dat men deelnemer was aan DELAR en naar de hoogte van de werkelijke en normatieve omzet.

Nadat de voorlichter de "boer-versie" met de betrokken veehouders had besproken en geëvalueerd, werd ook hem gevraagd een evaluatie-formulier in te vullen. In dit formulier waren dezelfde vragen opgenomen als in dat voor de boer. Daarnaast werd nog gevraagd:

7. Geef uw oordeel over de voorlichtingskundige waarde ervan.
8. Heeft u een idee of andere onderwerpen ook aantrekkelijk zijn om met deze techniek te benaderen?
9. Indien het systeem wordt ingevoerd, zult u er dan gebruik van maken?

#### 4.3 De betrokken bedrijven

In totaal deden 65 bedrijven mee aan de test, verdeeld over zeven voorlichters. Tabel 4.1 geeft deze verdeling weer.

*Tabel 4.1 Verdeling van de bedrijven over de voorlichters*

Voorlichter	Aantal bedrijven
A	22
B	13
C	9
D	7
E	6
F	5
G	3

Uit deze tabel valt duidelijk op te maken dat het aantal bedrijven per voorlichter zeer verschillend is. Om praktische redenen, zoals beschikbaarheid van de voorlichter, verdeling over de regio, en het sterk wisselend aantal "DELAR-bedrijven" per voorlichter, is van deze verdeling niet afgeweken. Méér bedrijven per voorlichter was niet mogelijk. Later zal echter blijken dat het "antwoordgedrag" van de boeren nauwelijks verschilt bij de diverse voorlichters.

De gerealiseerde omzet per koe van de 65 bedrijven was gemiddeld bijna 800 gulden, zo'n 40 gulden boven de gemiddelde volgens normen berekende omzet.

Het aantal jaren dat men deelnemer was aan DELAR was gemiddeld drie.

#### 4.4 Resultaten van de test

##### 4.4.1 Scorecijfers en gemiddelde score

Voor elke vraag wordt een zogenaamd scorecijfer berekend, vergelijkbaar met een rapportcijfer. Wordt een vraag met "ja" (positief) beantwoord, dan is het cijfer 10. Bij "nee" (negatief) is dit 0, terwijl bij "weet niet" het cijfer 5 is. Bij vraag 5 (eindoordeel OMZET-DETECTOR) zijn de keuze-mogelijkheden "goed", "redelijk", "weet niet", "matig" en "slecht". De bijbehorende scorecijfers zijn: 10, 7,5, 5, 2,5, 0.

Verder wordt er een gemiddelde score berekend:

SCORE = som der scorecijfers / aantal waarnemingen

Een voorbeeld ter verduidelijking. De eerste vraag (Wordt de omzet voor u nu duidelijker?) kreeg 53 keer als antwoord "ja", vier keer "weet niet" en acht keer "nee".

De gemiddelde score voor deze vraag is dan:

SCORE =  $(53 \cdot 10 + 4 \cdot 5 + 8 \cdot 0) / (53 + 4 + 8) = 550/65 = 8,5$

##### 4.4.2 Score van de OMZET-DETECTOR

Voor elke gestelde vraag is een score berekend, op basis van de antwoorden van 65 respondenten. Tabel 4.2 geeft de reacties in procenten, in erbij behorende aantallen en door middel van de score.

Uit de test is duidelijk naar voren gekomen dat met het analyse-systeem de post omzet op de meeste rundveebedrijven duidelijker is geworden. Uit de derde vraag valt echter op te maken dat het niet zo is dat men verwacht de post omzet, als onderdeel van het saldo (opbrengst minus voerkosten) per koe, door meer duidelijkheid te verhogen. Omzetbepalende factoren zijn slechts gedeeltelijk door de boer te beïnvloeden. Bovendien geeft de analyse niet aan of factoren die de omzet per koe gunstig beïnvloeden ook altijd het bedrijfsresultaat gunstig beïnvloeden. Wel kan het zijn dat inzicht in de omzet een positieve uitstraling heeft op andere bedrijfsonderdelen door gebruikmaking van het Expert Systeem. Dit komt waarschijnlijk tot uiting in het antwoord van vraag 2: de OMZET-DETECTOR kan nut hebben voor de bedrijfsvoering.

Tabel 4.2 Procentuele verdeling van antwoorden op vragen door de boer en score per vraag

VRAAG	ANTWOORDCATEGORIE			SCORE
	ja	weet niet	nee	
1. Duidelijker?	82% (53)	6% ( 4)	12% ( 8)	8,5
2. Nut bedrijfsvoering?	65% (42)	24% (16)	11% ( 7)	7,7
3. Verhoging omzet?	32% (21)	34% (22)	34% (22)	4,9
4. Spreekt techniek aan?	88% (57)	3% ( 2)	9% ( 6)	8,9

	ANTWOORDCATEGORIE				SCORE
	goed	redelijk	matig	slecht	
5. Eindoordeel?	57% (37)	40% (26)	1,5% ( 1)	1,5% ( 1)	8,7

Belangrijk voor deze test - in het licht van andere te ontwikkelen systemen - is dat de wijze van analyseren de boer aanspreekt. Maar liefst 88% is hier positief over. Tenslotte kan gezegd worden dat de OMZET-DETECTOR behoorlijk positief is ontvangen. Niet minder dan 97% vindt het systeem redelijk tot goed!

#### 4.4.3 De hoogte en afwijking omzet, aantal jaren deelnemer

Vanwege het geringe aantal bedrijven is afgezien van statistische toetsen. Dit onderzoek is slechts bedoeld om globale relaties te signaleren, en minder om aan te geven hoe groot en significant deze relaties zijn.

De bedrijven zijn ingedeeld in groepen, teneinde na te gaan of de hoogte van de gerealiseerde omzet per koe en de afwijking ten opzichte van de norm alsmede het aantal jaren deelnemerschap aan DELAR de antwoorden beïnvloed hebben.

Voor alle drie factoren zijn de bedrijven ingedeeld in drie groepen zoals in tabel 4.3, tabel 4.4 en tabel 4.5 is weergegeven. Het totaal aantal bedrijven in deze analyse is 64, één minder dan het oorspronkelijk materiaal. Het uitgevallen bedrijf had een sterk afwijkende gerealiseerde omzet.

Verder zijn in deze drie tabellen op basis van de groepsindeling de scores berekend voor de gestelde vragen. Tevens is er een totaalscore voor de betreffende groep berekend door het ongewogen gemiddelde te nemen van de afzonderlijke scores.

**Tabel 4.3 Scores voor de afzonderlijke vragen en de totaalscore na groepsindeling voor gerealiseerde omzet**

	Gerealiseerde omzet			
	>=900 (n=22)	>500 en <900 (n=20)	<=500 (n=22)	Totaal (n=64)
1. Duidelijker?	7,7	9,0	9,1	8,6
2. Nut bedrijfsvoering?	8,2	7,8	7,3	7,7
3. Verhoging omzet?	6,0	4,7	4,5	4,9
4. Spreekt techniek aan?	8,6	8,8	9,3	8,9
5. Eendoordeel?	9,1	8,6	8,5	8,8
TOTAALSCORE (ongew. gem.)	7,8	7,8	7,8	7,8

**Tabel 4.4 Scores voor de afzonderlijke vragen en de totaalscore na groepsindeling voor afwijking van de omzet**

	Afwijking van de omzet			
	>=100 (n=22)	>-25 en <100 (n=22)	<=-25 (n=20)	TOTAAL (n=64)
1. Duidelijker?	9,1	9,1	7,5	8,6
2. Nut bedrijfsvoering?	8,4	7,7	7,0	7,7
3. Verhoging omzet?	6,1	5,0	3,5	4,9
4. Spreekt techniek aan?	9,6	9,1	8,0	8,9
5. Eendoordeel?	9,2	8,9	8,1	8,8
TOTAALSCORE (ongew. gem.)	8,5	8,0	6,8	7,8

**Tabel 4.5 Scores voor de afzonderlijke vragen en de totaalscore na groepsindeling voor aantal jaren deelnemer**

	Aantal jaren deelnemer			
	1 en 2 (n=20)	3 (n=24)	4 en 5 (n=20)	TOTAAL (n=64)
1. Duidelijker?	9,5	9,0	7,3	8,6
2. Nut bedrijfsvoering?	5,8	8,8	8,5	7,7
3. Verhoging omzet?	4,7	5,4	4,5	4,9
4. Spreekt techniek aan?	8,5	9,8	8,3	8,9
5. Eendoordeel?	8,5	9,2	8,5	8,8
TOTAALSCORE (ongew. gem.)	7,4	8,4	7,4	7,8

Gezien de totaalscore in tabel 4.3 heeft de hoogte van de gerealiseerde omzet nauwelijks enige invloed op de antwoorden gehad. Bedrijven met positieve afwijkingen tussen werkelijke en normatieve omzet per koe beoordelen het systeem gunstiger (tabel 4.4). Een gunstige afwijking ten opzichte van de norm resulteert in het verslag immers tot meer sterke punten (dus positieve opmerkingen).

In het algemeen hadden bedrijven met een hoge gerealiseerde omzet ook een gunstige afwijking ten opzichte van de norm, terwijl een lage gerealiseerde omzet vaak samenging met een ongunstige afwijking. Ondanks dit effect, is de gerealiseerde omzet nauwelijks van invloed op de totaalscore. Een grote spreiding is waarschijnlijk de oorzaak hiervan, zie tabel 4.6.

*Tabel 4.6 Gemiddelde en spreiding van de afwijking van de omzet na groepsindeling voor gerealiseerde omzet*

Gerealiseerde omzet	Gemiddelde afwijking (spreiding)
HOOG	118,3 (130,2)
GEMIDDELD	50,0 ( 96,3)
LAAG	-50,5 (157,3)

Het aantal jaren deelnemerschap schijnt invloed te hebben op de acceptatie van het systeem. Bedrijven die drie jaar deelnemer zijn, hebben een totaalscore die 1 punt hoger ligt dan bedrijven in de overige categorieën. Afwijking ten opzichte van de normatieve omzet is hier waarschijnlijk van belang, zie tabel 4.7.

*Tabel 4.7 Gemiddelde en spreiding van de gerealiseerde en de afwijking van de omzet binnen aantal jaren deelnemer*

Aantal jaren	Gereal.omzet (spreid.)	Gem.afw.(spreid.)
1 en 2	698,4 (207,5)	23,0 (112,1)
3	826,3 (251,8)	79,9 (149,1)
4 en 5	802,5 (316,1)	5,7 (170,3)

Vervolgens worden de uitkomsten per gestelde vraag besproken. Vanwege de (zeer) grote spreidingen moeten de bevindingen met enige voorzichtigheid worden gezien.

**Vraag 1** Wordt de omzet voor u nu duidelijker?

De berekening van de omzet wordt door gebruikmaking van de OMZET-DETECTOR voor de meeste bedrijven duidelijker. Dit geldt echter in mindere mate voor bedrijven met een hoge gerealiseerde omzet, voor bedrijven met een ongunstige afwijking en voor bedrijven die al langer aan de DELAR deelnemen.

Vraag 2 Heeft deze omzet-analyse nut voor de bedrijfsvoering?

Het nut wordt vooral onderstreept door bedrijven die een hoge gerealiseerde omzet hebben en/of bedrijven met een gunstige afwijking ten opzichte van de norm. Opvallend is dat veehouders die pas een of twee jaar deelnemer zijn het nut niet zo inzien (in tegenstelling tot collega's die reeds enkele jaren gebruik maken van de DELAR), ondanks dat de omzet voor hen wel veel duidelijker wordt (score voor Vraag 1 in tabel 4.5: 9,51).

Vraag 3 Kan het verslag bijdragen tot verhoging van de omzet?

In het algemeen kan deze vraag moeilijk beantwoord worden, gezien het grote aantal antwoorden met "weet niet" (34%). Invloed van gerealiseerde en afwijkende omzet en aantal jaren deelnemer valt moeilijk aan te geven. Wel kan worden gezegd dat deelnemers met een ongunstige afwijking ten opzichte van de normatieve omzet, deze vraag vaak met "nee" beantwoorden.

Vraag 4 Spreekt deze wijze van analyseren u aan?

De wijze van analyseren spreekt de boer aan; verschillen tussen de groepen zijn marginaal. Bedrijven met een ongunstige afwijking zijn er misschien wat minder positief over, terwijl het wel opvallend is dat bedrijven die drie jaar deelnemer zijn de techniek uitermate positief beoordelen.

Vraag 5 Wat is uw eindoordeel over de OMZET-DETECTOR?

Het eindoordeel van de OMZET-DETECTOR is goed. Er zijn geen noemenswaardige verschillen tussen de groepen bedrijven.

#### 4.4.4 Invloed voorlichter op het antwoordgedrag van de boer

Zoals eerder vermeld is de verdeling van het aantal bedrijven niet evenredig geweest, in tegendeel zelfs. Toch zijn de reacties van de veehouders op het systeem per voorlichter in het algemeen niet sterk verschillend. In tabel 4.8 staat de gemiddelde score voor de duidelijkheid (Vraag 1) en voor het eindoordeel van de OMZET-DETECTOR (Vraag 4) en de totaalscore (ongewogen gemiddelde der vragen).

Tabel 4.8 Scores voor Vraag 1 en 5 en de totaalscore (ongewogen gemiddelde) per afzonderlijke voorlichter

	VOORLICHTER(aantal bedrijven)							(65)
	A(22)	B(13)	C(9)	D(7)	E(6)	F(5)	G(3)	
1. Duidelijker?	9,3	8,9	8,9	8,6	8,3	7,0	1,7	8,5
5. Eindoordeel?	8,5	9,4	9,2	9,6	8,3	8,5	5,0	8,7
TOTAALSCORE	7,7	7,9	7,9	8,1	7,7	8,5	5,0	7,8

Uit tabel 4.8 blijkt dat, uitgezonderd de voorlichter met slechts drie bedrijven (G), niet gesteld kan worden dat er grote verschillen zijn tussen de voorlichters met betrekking tot de totaalscore op grond van een onevenredige verdeling van het aantal bedrijven. De invloed op de uiteindelijke testresultaten door deze onevenredige verdeling is dus van ondergeschikt belang. Wel opvallend is dat, naarmate het aantal bedrijven per voorlichter toeneemt, de omzet voor de boer ook duidelijker wordt. Een verklaring hiervoor kan zijn dat een voorlichter met veel bedrijven meer vertrouwd raakt met de resultaten van de OMZET-DETECTOR en meer zicht krijgt op de omzet door bestudering van meer "voorlichtings-versies" (inclusief bijlagen in instructiemap). Deze voorlichter kan het de boer dan ook waarschijnlijk beter uitleggen. Het eindoordeel voor de OMZET-DETECTOR is, behalve van voorlichter G, voor elke groep zeer positief.

#### 4.4.5 Reacties van voorlichters op OMZET-DETECTOR

Nadat alle uitdraaien met de veehouders besproken waren, werd aan de voorlichters gevraagd ook hun oordeel op het systeem te geven. De resultaten van deze evaluatie worden hieronder per gestelde vraag beschreven.

Vraag 1 Wordt de omzet voor u nu duidelijker?

Vijf van de zeven voorlichters vinden dat de omzet met OMZET-DETECTOR duidelijker wordt. Voorlichters D en G, met respectievelijk zeven en drie bedrijven in de test, vinden evenwel van niet. Het systeem zal, indien nodig, conform hun wensen aangepast worden.

Vraag 2 Heeft deze omzet-analyse nut voor de bedrijfsvoering?

Volgens vijf voorlichters heeft deze omzet-analyse nut voor de bedrijfsvoering. Voorlichters E en G, met respectievelijk zes en drie bedrijven, hebben hierover geen mening.

Vraag 3 Kan het verslag bijdragen tot verhoging van de omzet?

Geheel in de lijn met de antwoorden door de boeren, willen zes voorlichters hierover geen uitspraak doen. Positief is echter voorlichter F (vijf bedrijven). Waarschijnlijk is het nuttig om, indien het mogelijk is, aan te geven in hoeverre de factoren het bedrijfsresultaat beïnvloeden.

Vraag 4 Spreekt deze wijze van analyseren u aan?

Iedereen was positief over de analyse met de techniek Expert Systemen zoals dit in de OMZET-DETECTOR resulteert in een met de boer te bespreken verslag.

Vraag 5 Wat is uw eindoordeel over de OMZET-DETECTOR?

Vijf voorlichters vonden het systeem goed, de overige twee, waaronder voorlichter G, vonden het een redelijk systeem.

In het algemeen vinden de voorlichters dat de veehouders nu een beter beeld krijgen van de omzet doordat de uitleg door middel van een tekst verduidelijkend werkt. Vooral voor de boeren die niet goed thuis zijn in het lezen van boekhoudverslagen en dergelijke is het een goed systeem. Soms kunnen de teksten wat eenvoudiger. Tevens wordt aangegeven dat het wenselijk is het systeem te koppelen met boekhoudgegevens (van bijvoorbeeld DELAR). De gegevens hoeven dan niet meer handmatig ingevoerd te worden en het Expert Systeem krijgt toegang tot een groter aantal kengetallen die in de individuele administratie zijn opgenomen. Verder vindt men dat het verslag vrij overzichtelijk is door de indeling in hoofdstukken (gunstig, ongunstig, neutraal).

DELAR zelf geeft in zekere zin al een analyse van de resultaten op het bedrijf. Ondanks het feit dat het analyse-verslag van de OMZET-DETECTOR verhelderend werkt en een goede aanvulling voor de DELAR kan zijn, zou het systeem vóóral voor boekhoudsystemen waarin minder analyses zijn opgenomen wenselijk zijn.

Elke voorlichter vindt dat andere onderwerpen ook aantrekkelijk zijn om met deze techniek te benaderen. Hierbij heeft de voer-analyse de hoogste prioriteit, aangezien hiermede vaak meer te verdienen valt. Voerkosten zijn tevens gemakkelijker te beïnvloeden dan de omzet. Verder worden genoemd graslandgebruik (inclusief kalender), bemesting (in combinatie met beweidingssysteem, ontwatering, maaipercantage etc.) en mechanisatiekosten (eigen of loonwerk).

Tenslotte werd aan de voorlichters de vraag gesteld of zij van het systeem OMZET-DETECTOR gebruik zullen maken indien het wordt ingevoerd. Vijf voorlichters beantwoordden de vraag met "Ja, altijd", terwijl de overige twee "Ja, maar niet altijd" als antwoord gaven. Eén voorlichter wil er in de toekomst altijd gebruik van maken, doch selectief met de boer bespreken.

Aan de opmerkingen en wensen van de voorlichters en veehouders die aan deze test hebben meegedaan zal, indien mogelijk, voor een groot deel tegemoet worden gekomen.

#### 4.5 Conclusies uit de test

Nadat het systeem OMZET-DETECTOR op 65 bedrijven door zeven voorlichters van het Consultantschap voor de Rundveehouderij te Gouda is getest kan geconcludeerd worden dat de wijze van analyseren door een Expert Systeem, met als resultaat een bedrijfsverslag met sterke en zwakke punten ten aanzien van de omzet, zeer positief ontvangen is.

Er is op velerlei terreinen van het melkveebedrijf duidelijk behoefte aan goede analysesystemen naast de huidige boekhoudkundige systemen.

De deelnemers aan de test waren in het algemeen minder positief over de keuze van het domein: de post omzet uit de DELAR. Dit is eigenlijk geheel volgens verwachting, aangezien de omzet



slechts een klein deel bedraagt van de opbrengsten en veelal door allerlei soms moeilijk stuurbare factoren bepaald wordt en zodoende op korte termijn moeilijk te beïnvloeden is.

Tenslotte werd door zowel de voorlichters als enkele veehouders de wenselijkheid naar voren gebracht om met deze techniek ook andere bedrijfsonderdelen (bijvoorbeeld de voeranalyse) aan te pakken.

## 5. Mogelijkheden van expert systemen in de landbouw

Het gebruik van Expert Systemen is tot op heden zeer beperkt, niet alleen binnen de landbouw, maar ook daarbuiten. Er zijn derhalve ook maar weinig systemen die werkelijk in de praktijk draaien. Eén van de oorzaken is dat de bouw van Expert Systemen in het algemeen een complexe, tijdrovende en kostbare zaak is.

Een andere oorzaak is de onbekendheid met de methode. Bepaalde problemen zijn uitermate geschikt voor benadering met een Expert Systeem. Demonstraties kunnen organisaties inzicht geven in de mogelijkheden van Expert Systemen. Zowel de VOER- als de OMZET-DETECTOR zijn aan diverse instanties en potentiële gebruikersgroepen (voorlichting, boekhouding) gepresenteerd en gedemonstreerd. Daardoor kreeg men een, zij het globale, indruk van de mogelijkheden van Expert Systemen voor de praktijk. Het bleek dat een aantal mogelijke probleemgebieden eveneens interessant zou kunnen zijn om met deze methode aan te pakken.

De demonstraties hebben er toe geleid dat de OMZET-DETECTOR is getest bij het Consulentenschap voor de Rundveehouderij te Gouda. Zowel veehouders als voorlichters waren positief over een analyse middels Expert Systemen op deze wijze (zie hoofdstuk 4) en het ziet er naar uit dat een toepassing op grotere schaal niet uitgesloten is. Tevens werd de wens (of noodzaak) voor een verdere ontwikkeling van de VOER-DETECTOR naar voren gebracht. Om tot een goed en betrouwbaar managementondersteunend systeem te komen zal de ontwikkeling van het voeranalyse-systeem een aanzienlijke hoeveelheid tijd gaan kosten. Gezien het grote aandeel van de voerkosten in de totale kosten op bedrijven en gezien de grote verschillen in afwijking van werkelijke ten opzichte van normatieve voerkosten op bedrijven, zijn de kosten voor het ontwikkelen van zo'n systeem zeker te rechtvaardigen.

Om bruikbare Expert Systemen te (kunnen) ontwikkelen dient aan een zeer groot aantal voorwaarden ten aanzien van het domein, de expert(s), de knowledge engineer, de beschikbare middelen, enzovoorts te zijn voldaan (zie onder andere 2.3).

De wellicht belangrijkste voorwaarde met betrekking tot de ontwikkeling van Expert Systemen voor de landbouw, is de beschikbaarheid van "echte" expert(s). Niet alleen de vraag welke deskundige hiervoor in aanmerking komt maar vooral de vraag of de bouw van een Expert Systeem zó'n hoge prioriteit heeft dat het een groot tijdsbeslag voor de expert rechtvaardigt, dient vooraf gesteld te worden.

Verder is het aan te bevelen dat de knowledge engineer redelijk thuis is in het domein, zonder dat deze overigens zelf expert hoeft te zijn. Voor de ontwikkeling van systemen in de landbouw betekent dit dat de bouwer goede kennis moet hebben van de landbouw in het algemeen en van het betreffende domein in het bijzonder. De knowledge engineer moet weten wat de expert

bedoelt, moet inconsequenties kunnen signaleren of opsporen, moet geschikte "what-if" vragen kunnen stellen enzovoorts. Tevens is het de vraag of de expert een niet-landbouwkundige knowledge engineer "accepteert"! Daarnaast moet de knowledge engineer ook "aanvoelen" wat de gebruikers wensen, om hier in een vroeg stadium op in te spelen. Dit kan eigenlijk alleen indien deze niet alleen de methode redelijk beheerst, doch van huis uit nauw met de landbouw betrokken is.

De ervaring met de ontwikkeling van de DETECTOR is dat het verder zeer belangrijk is om geregeld contact te zoeken met de toekomstige gebruikers, eventueel samen met de expert. Bij gesprekken met toekomstige gebruikers kan het nut en de wenselijkheid van zo'n systeem globaal worden afgetast. Indien zou blijken dat aan bepaalde essentiële wensen niet kan worden voldaan en/of de gebruikers bij voorbaat zeer sceptisch tegenover het systeem staan, zou in een zeer vroeg stadium overwogen kunnen worden de verdere ontwikkeling stop te zetten en daarmee een zo gering mogelijk verlies aan middelen en mankracht te hebben. Vaak zullen concessies moeten worden gedaan om de acceptatie en het nut zo groot mogelijk te doen zijn.

Een Expert Systeem is toepasbaar binnen een bepaald beperkt probleemgebied (domein). Dit geldt eveneens voor de uitkomsten gegenereerd door zo'n systeem. Beslissingen alleen gebaseerd op deze uitkomsten kunnen dan verkeerd uitpakken omdat effecten op andere bedrijfsonderdelen niet bekend zijn. Bovendien is nooit alle kennis van het domein in het Expert Systeem ingebouwd, aangezien bepaalde elementen niet bekend zijn of niet meegenomen zijn (vanwege de vereenvoudiging bijvoorbeeld). Dit geeft tegelijkertijd de mogelijkheden en beperkingen van deze systemen aan.

De waarde van het Expert Systeem is afhankelijk van het gebruik. Daar geen (volledige) relaties met alle andere bedrijfsonderdelen voorhanden zijn en bovendien niet alle kennis in het betreffende domein geïmplementeerd is, zal het Expert Systeem gezien moeten worden als hulpmiddel of als intelligente assistent van de voorlichter of boekhouder. De verantwoordelijkheid zal altijd bij de mens komen te liggen.

Indien het systeem zonder begeleiding de boer bereikt, zal deze de resultaten kritisch moeten bekijken en zal deze mogelijke adviezen niet klakkeloos mogen opvolgen. Het Expert Systeem kan in dat geval het best een opsomming geven van sterke en zwakke punten van bepaalde aspecten van het bedrijf en de bedrijfsvoering, eventueel aangevuld met één of meerdere adviezen. Dit concept is toegepast bij zowel de VOER- als de OMZET-DETECTOR. De boer kan dan zelf, op basis van die informatie, een beslissing nemen die van zijn situatie afhangt (subjectieve interpretatie).

Expert Systemen leveren een wezenlijke bijdrage tot het op uniforme wijze verkrijgen van kennis en inzicht in het bedrijf en de bedrijfsvoering. Door de gebruikersvriendelijkheid en het ver-

talen van cijfers en moeilijke verbanden in teksten, wordt een moeilijk te doorgronden vakgebied beter toegankelijk. Dit geldt niet alleen voor boeren, doch ook voor voorlichters, boekhouders en anderen die hiermee te maken hebben.

Naast de mogelijkheid van Expert Systemen voor het omzetten van veel (boekhoudkundige) gegevens naar een begrijpelijke weergave van sterke en zwakke punten, zijn er ook andere mogelijkheden voor toepassing van Expert Systemen binnen de landbouw:

1. Een koppeling van Expert Systemen, die evalueren en diagnosticeren, aan beslissings ondersteunende systemen die allerlei alternatieven in de bedrijfsvoering doorrekenen. De (bedrijfsspecifieke) adviezen kunnen de boer een extra ondersteuning geven voor het bepalen van het management voor de toekomst;
2. Expert Systemen onderscheiden zich van andere (conventionele) systemen door de goede uitlegfaciliteiten. Daardoor is het mogelijk om de techniek te gebruiken in het onderwijs, coaching van voorlichters en het geven van instructies;
3. Met betrekking tot de gezondheid van dieren is een algoritmische aanpak vaak helemaal niet mogelijk, aangezien zeer veel kwalitatieve zaken een rol kunnen spelen. Een benadering met een Expert Systeem ligt hier meer voor de hand;
4. Een aantal rekenprogramma's doorlopen een enorm aantal mogelijkheden om tot een optimum te komen. Het beperken van de zoekruimte door middel van heuristische regels (of een Expert Systeem) kan de rekentijd enorm verkorten, zodat programma's mogelijkerwijs op een PC geconsulteerd kunnen worden. De boer kan zodoende toegang tot zulke programma's krijgen.

Gezien de positieve resultaten van de OMZET-DETECTOR en het door deze test onderstreepte belang van de ontwikkeling van een Expert Systeem voor de analyse van voerkosten, poogt het Landbouw-Economisch Instituut een praktisch inzetbare VOER-DETECTOR te ontwikkelen. Daarnaast is begin 1989 gestart met de ontwikkeling van een Expert Systeem voor de globale analyse van rundveebedrijfsgegevens (GLOBAL-DETECTOR) waarbij de mogelijkheden en beperkingen van een aantal nieuwe technieken (neurale netwerken en KADS-methode) centraal zullen staan.

Concluderend kan gesteld worden dat de methode van het bouwen van Expert Systemen perspectieven lijkt te bieden voor de ondersteuning van het management op landbouwbedrijven. Wel moet er rekening mee gehouden worden dat zulke systemen zich vaak richten op een beperkt domein, waarvan bovendien niet alle kennis geïmplementeerd is. De ondernemer en de voorlichter kunnen een Expert Systeem dan ook alleen gebruiken *als hulpmiddel* om te komen tot een integraal bedrijfsmanagement.

## Literatuur

Andriole, S.J.

'The promise of artificial intelligence'

Journal of Systems Management 36(1985)7, pp 8-18

Bemelmans, T.M.A.

Bestuurlijke informatiesystemen en automatisering

Leiden/Antwerpen, Stenfert Kroeze, 1987

Blanning, R.W.

"Management Applications of Expert Systems"

Information & Management (1984)7, pp 311-316

Brand, A., J.H.M. Verheijden, D.S. Brée, J.F. Schreinemakers,  
J.A. Renkema and L.C. Zachariasse

ANIMAL FARM. An intelligent knowledge-based computer system  
for integral management in animal husbandry

Rotterdam, Erasmus Universiteit, Management Report Serie No.11,  
1986

Daatselaar, C.H.G.

De invloed van de melkgift op het saldo per ha

Den Haag, LEI, 1988

Davis, G.B. and M.H. Olson

Management informatiesystemen

Schoonhoven, Academic Service, 1985

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (ed.)

Knowledge Based Systems in Agriculture, Prospects for

Application. Collection of Papers from the International DLG-  
Congress for Computer Technology (Bad Soden a. Ts., June 19-22,  
1988)

Frankfurt am Main, DLG, 1988

Doluschitz, R. and W.E. Schmisser

"Expert Systems: applications to agriculture and farm management"

Comput. Electron. Agric. (1988)2, pp 173-182

Feigenbaum, E.A.

"Knowledge Engineering for the 1980's"

In A.Bond (ed.), Machine Intelligence, Infotech State of the Art,  
Serie 9, no. 3.

Pergamon Infotech Limited, 1981

## LITERATUUR (1e vervolg)

- Hayes-Roth, F., D.A. Waterman and D.B. Lenat (ed.)  
Building Expert Systems  
Wokingham, England etc., Addison-Wesley Publishing Company, 1983
- Hoop, D.W. de, J. Engelsma, G.J. Wisselink  
De tactische boer; het management en de informatiebehoefte van  
melkveehouders  
Den Haag, LEI, 1988
- Huirne, R.B.M and A.A. Dijkhuizen  
"An expert system to evaluate economic records of individual  
swine breeding herds". Proceedings from the 17th seminar of the  
EAAE on operational research and computers in farm decision  
making (ORCS'88)  
Debrecen, Hungary, September 1988, pp 127-136
- Jackson, P.  
Introduction to Expert Systems  
Wokingham, England etc., Addison-Wesley Publishing Company, 1985
- Jacobs, J.  
"Expertsystemen; De opmars van de kennisingenieurs"  
Intermediair 22(1986)3, pp 1-7
- King, R.P. and S.T. Sonka  
"Management Problems of Farms and Agricultural Firms"  
IN: R.J. Hildreth, K.L. Lipton, K.C. Clayton, C.C. O'Connor (ed.)  
Agriculture and rural areas approaching the twenty-first century;  
Challenges for Agricultural Economics  
Iowa, Iowa State University Press, 1988
- Kwee, L.  
"Kunstmatige Intelligentie als big business"  
Software Magazine (1986)5, pp 42-43
- Lith, P. van  
"Toepassingsmogelijkheden van Expert Systemen in de land- en  
tuinbouw"  
In: H.A. Arendse en H.F.C.J. Paulissen  
Voordrachten VIAS-symposium 1987; Informatica Toepassingen in de  
Agrarische Sector  
Agro-informatica reeks 1(1987), pp 1-1 - 1-4
- McKinion, J.M. and H.E. Lemmon  
"Expert Systems for agriculture"  
Comput. Electron. Agric. (1985)1, pp 31-40

## LITERATUUR (2e vervolg)

Nau, D.S.

"Expert Computer Systems"

Computer, februari 1983, pp 63-84

Rose, F.

"Een gekloonde ingenieur"

Intermediair 24(1988)44, pp 17-29

Spijkervet, A.L., R.A.M. van Lopik en J.L. Simons

Oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden en betekenis van  
Expert Systemen binnen Landbouw & Visserij

Wageningen, Pandata BV, TFDL, Vakgroep Informatica LUW, 1987

Steels, G.L. Jr.

Common LISP: The Language

USA, Digital Press, 1984

Swaans Arons, H. de en P. van Lith

Expert Systemen

Den Haag, Academic Service, 1984

Vries Robbé, P.F. de, en P.E. Zanstra

"Acquaint, hollands systeem telt internationaal mee"

Software Magazine (1986)5, pp 46-48

Waterman, Donald A.

A guide to Expert Systems

Reading, Massachusetts etc., Addison-Wesley Publishing Company,  
1985

Werkgroep DELAR

"Handleiding Deeladministratie Rundveehouderij"

Lelystad, Consultantschap in Algemene Dienst voor Rundveehouderij,  
Schapenhouderij en Paardenhouderij (CAD-RSP), 1988

Winston, P.H.

Artificial Intelligence (second edition)

Reading, Massachusetts, etc. Addison-Wesley Publishing Company,  
1984

Zevenbergen, L. en B. Schijf

"Expert Systemen, een praktische aanpak"

Software Magazine (1985)6, pp 48-49

## **Verklarende woordenlijst met betrekking tot expert systemen (gedeeltelijk vrij naar Waterman, 1985)**

### **ACQUAINT**

Een van de vele tools voor de bouw van Expert Systemen

### **A.I.**

Zie Kunstmatige Intelligentie

### **Algoritme**

Een formele procedure die garandeert dat een correcte of optimale oplossing wordt geproduceerd

### **Concept**

Component van het kennisbestand dat onder andere in een rule-based Expert Systeem kan worden gebruikt als voorwaarde van een "als-dan-regel"

### **Domein**

Probleemgebied van het Expert Systeem

### **Expert**

Iemand die, door jaren van training en ervaring, zeer effectief en efficiënt kennis toepast om binnen een specifiek domain tot oplossingen te komen

### **Expert Systeem**

Een computerprogramma dat de kennis van een of meer experts op een bepaald vakgebied bevat en die kennis kan gebruiken om problemen op dat gebied op te lossen

### **Empty shell**

Dit zijn lege Expert Systemen, waarbij het redeneer-mechanisme en de manier waarop de regels vastgelegd moeten worden vastliggen en waarin "alleen nog" de kennis van de eigen specifieke situatie moet worden ingevoerd

### **From scratch**

Het van de grond af opbouwen van een Expert Systeem met behulp van een voor dit doel geschikte programmeertaal (b.v. LISP of PROLOG)

### **Gebruiker**

Iemand die gebruik maakt van een Expert Systeem, zoals een veehouder, diens boekhouder of voorlichter. Daarnaast kan de expert zelf en de knowledge engineer ook als gebruikers gezien worden



**VERKLARENDE WOORDENLIJST MET BETREKKING TOT EXPERT SYSTEMEN**  
(gedeeltelijk vrij naar Waterman, 1985) (1e vervolg)

**Gebruikers-interface**

Het deel van het Expert Systeem dat de gebruiker op een zo natuurlijk mogelijke manier met het systeem laat omgaan

**Heuristiek**

Een vuistregel of een simplificatie die in een moeilijk en slecht begrepen domein het zoeken van oplossingen beperkt

**Interpreter**

Een vertaalprogramma dat de opdrachten vertaalt en daarna meteen uitvoert

**Kennisbestand**

Het deel van het Expert Systeem dat de kennis van een bepaald domein bevat

**Knowledge engineer (kennis ingenieur)**

Iemand die een Expert Systeem ontwerpt en bouwt

**Kunstmatige Intelligentie**

Deelgebied van de informatica dat zich bezighoudt met het ontwerpen van "intelligente" computersystemen

**LISP**

Taal voor symbool-manipulatie, ontworpen voor het representeren en manipuleren van complexe concepten

**Redeneer-mechanisme (inference engine)**

Het deel van het Expert Systeem dat de algemene probleem-oplossende kennis bevat. Dit mechanisme werkt met de kennis in een kennisbank om tot nieuwe conclusies te komen

**Regel**

Component van het kennisbestand, meestal in de vorm van: ALS voorwaarde(n) DAN conclusie of actie

**Rule-based Expert System**

Een programma dat georganiseerd is in de vorm van regels

**Symbool-manipulatie**

Het toepassen van verscheidene strategieën en heuristieken om concepten te manipuleren

VERKLARENDE WOORDENLIJST MET BETREKKING TOT EXPERT SYSTEMEN  
(gedeeltelijk vrij naar Waterman, 1985) (2e vervolg)

**Tool**

In dit geval een gereedschap om een Expert Systeem te bouwen, zoals een "empty shell" of de programmeertaal LISP

**Uitleg-faciliteit**

Het deel van het Expert Systeem dat verklaart waarom een bepaalde vraag gesteld wordt en hoe het systeem tot een bepaalde conclusie is gekomen

## Bijlagen

Bijlage 1 De DELANO-tabel van OMZET-DETECTOR

DELANO - TABEL	bedrijfsnummer 1				
Omschrijving	Melkkoeien	Vaarzen	Pinken	Kalveren	Bedrijf
Normprijzen	1830	2120	1440	560	
Normatieve omzet	19,75	16,28	10,97	43,46	
1. Prijsverschil melkkoeien					-20805.
2. Prijsverschil pinken					-240.
3. Prijsverschil kalveren					-11577.
4. Meer/minder uitstoot	39,25				71828.
5. Meer/minder verk. vaarzen		-27,38			-58051.
6. Toe-/afname vaarzen		,10			218.
7. Meer/minder uitval jonvee			-8,03		-11558.
8. Toe-/afname pinken			-3,94		-5679.
9. Meer/minder geboorten				,50	280.
0. Meer/minder kalversterfte				2,96	-1658.
Werkelijke omzet	59	-11	-1	41	

Bijlage 2 De uitleg op de DELANO-tabel gemaakt door OMZET-DETECTOR

Uitleg            bedrijfsnummer        1

Hoofdstuk 1    Uitgangspunten DELANO en DETECTOR

Raadpleeg voor de algemene uitgangspunten Bijlagen A en B

Tabel voor berekening normatief aantal te verkopen dieren

Aantal geboorten normatief	:	125,50		Werkelijk :	126
Kalversterfte 8% normatief	:	10,04-		Werkelijk :	13-
		-----			---
Levende kalveren 92%	:	115,46		Werkelijk :	113
Totaal aantal dieren BB-EB	:	-20	+	Werkelijk :	-20+
		-----			---
Normatief aantal te verkopen :		95,46		Werkelijk	93
-----					

Bijlage 2 (1e vervolg)

Hoofdstuk 2 Normatieve opbouw van de jongveestapel op de beginbalans

	Werk.aantal	Norm.aantal
Vaarzen	6	1,90
Pinken	37	37,94
Kalveren	39	42,16
	--- +	----- +
Totaal	82	82

Raadpleeg voor verder uitleg Bijlage D

## Bijlage 2 (2e vervolg)

### Hoofdstuk 3 Omvang en verdeling van de normatieve omzet

1	Melkkoeien:	25% van gemiddelde melkveebezetting:	23,75
		overgang naar mest- en weidevee:	4 -
			-----
	Normatief aantal om te zetten melkkoeien:		19,75
2	Vaarzen:	potentieel aantal op de eindbalans :	37,03
		25% van gemiddelde melkveebezetting:	23,75-
		aantal vaarzen op de eindbalans :	2 -
		aantal koeien op de eindbalans :	94 -
		aantal koeien op de beginbalans :	99 +
			-----
	Normatief aantal om te zetten vaarzen :		16,28
3	Pinken	potentieel aantal op de eindbalans :	44,97
		aantal pinken op de einbalans :	34 -
			-----
	Normatief aantal op te zetten pinken :		10,97
4	Kalveren	normatief aantal levende kalveren :	115,46
		aantal kalveren op de eindbalans :	71 -
		overgang naar stierkalveren :	1 -
			-----
	Normatief aantal om te zetten kalveren :		43,46

Voor de categorie overig vee en voor de berekening van de potentiële aantallen Vaarzen en Pinken, zie bijlage E

Bijlage 2 (3e vervolg)

Hoofdstuk 4 Relatie werkelijke omzet en kolommenoverzicht

1	Melkkoeien:	aantal verkochte melkkoeien:	57
		aantal gestorven melkkoeien:	2+
			---
		Werkelijke omzet melkkoeien:	59
2	Vaarzen:	aantal gekochte melkkoeien :	8-
		aantal gekochte vaarzen :	3-
			---
		Werkelijke omzet vaarzen :	-11

NB: Aankopen beïnvloeden de omzet negatief, aankoop is negatieve verkoop!

3	Pinken:	aantal verkochte vaarzen :	1
		aantal verkochte pinken :	2+
		aantal gestorven vaarzen :	2+
		aantal gestorven pinken :	0+
		aantal gekochte pinken :	6-
			---
		Werkelijke omzet kalveren :	- 1
4	Kalveren:	aantal verkochte kalveren :	76
		aantal gekochte kalveren :	35-
			---
		Werkelijke omzet kalveren :	41
5	Overig vee:	zie hiervoor opmerkingen in Bijlage F	

# Bijlage 2 (4e vervolg)

## Hoofdstuk 5 Verschil tussen werkelijke en normatieve aantallen

NB: Bijlage G geeft eventueel additionele informatie

4	Meer/minder uitstoot melkvee:		
	aantal verkochte koeien	:	57
	aantal gestorven melkkoeien	:	2 +
	overgang van melkkoeien naar mestvee	:	4 +
	norm. uitstoot (=25% van gem. melkv.bez.)	:	23,75 -
			-----
	Meer (+ getal) of minder (-getal) uitss. koeien	:	39,25
5	Meer/minder verkoop vaarzen:		
	norm.uitstoot (=25% van gem. melkveebazetting)	:	23,75
	aantal koeien op de eindbalans	:	94 +
	aantal koeien op de beginbalans	:	99 -
	aantal aangekochte vaarzen	:	3 -
	aantal aangekochte melkkoeien	:	8 -
	norm. aanbod uit de eigen jongveestapel	:	35,13 -
			-----
	Meer (+ getal)/minder (- getal) verkoop vaarzen	:	- 27,38
6	Toe/afname vaarzen:		
	het aantal vaarzen op de eindbalans	:	2
	normatief aantal vaarzen op de beginbalans	:	1,90 -
			-----
	Toe- (+ getal) of afname (- getal) aantal vaarzen	:	,10
7	Meer/minder uitval jongvee:		
	werkelijke omzet pinken (zie hoofdstuk 4):	-	1
	normatieve uitval van pinken	:	7,03
			-----
	Meer (+ getal) of minder (-getal) uitval pinken	:	- 8,03
8	Toe/afname pinken:		
	het aantal pinken op de eindbalans	:	- 34
	normatief aantal pinken op de beginbalans:	:	37,94 -
			-----
	Toe- (+getal) of afname (-getal) aantal pinken	:	- 3,94
9	Meer/minder geboorten:		
	werkelijk aantal	:	126
	normatief aantal	:	125,50 -
			-----
	Meer (+ getal) of minder (- getal) geboorten	:	,50
0	Meer/minder kalversterfte:		
	normatieve sterfte	:	10,04
	werkelijke sterfte	:	13 -
			-----
	Meer (-getal) of minder (+ getal) kalversterfte	:	-2,96



## Bijlage 3 De "boer-versie" van Omzet-Detector

Omzet-Detector ten behoeve van de boer  
Landbouw-Economisch Instituut

Bedrijfsnummer: 1

### *Algemene opmerking voor uw bedrijf:*

Delar heeft de beperking dat geen onderscheid wordt gemaakt tussen de uitval jongvee en de verkoop als gebruiksvee (vaarzen/pinken). Het wordt behandeld als uitval, terwijl de (gemiddelde) verkoopprijs doet vermoeden dat sprake is van verkoop als gebruiksvee.

### *Algemene opmerking voor uw bedrijf:*

Indien er noodslachtig heeft plaatsgevonden en dit heeft een bepaald bedrag opgeleverd, dan moet u erop bedacht zijn dat de opmerkingen met betrekking tot de verkoopprijzen hier geen rekening mee houden. In het verkoopbedrag van de werkelijk verkochte dieren zit namelijk het bedrag van noodslachting!

## FACTOREN DIE DE OMZET GUNSTIG BEÏNVLOEDEN

(2) Per vaars/koe is de aankoopprijs f 223,- lager geweest dan de normprijs die geldt voor vaarzen!

Aankoop van vaarzen/koeien is zeer gunstig geweest! Indien de oorzaak ligt in het feit dat de pinken verkeerd zijn geboekt, wordt de analyse op een dwaalspoor gezet. Grotere uitstoot van melkvee op uw bedrijf maakt aankoop van gebruiksvee echter wel noodzakelijk.

(2) U koopt vaarzen/koeien aan, terwijl er tevens verkoop van vaarzen voor een hogere prijs plaatsvindt. Voor de omzet is dit gunstig, maar het moet uiteraard wel zo zijn dat de kwaliteit van de aangekochte dieren gelijk of beter is dan de kwaliteit van de verkochte dieren.

(2) De verkoopprijs van de verkochte vaars(en) wordt in DELAR vergeleken met de normprijs van pinken. In uw geval dus gunstig voor de omzet. Maar doordat vaarzen ouder zijn dan pinken en mogelijk ook drachtig, is het uiteraard niet verwonderlijk dat deze verkoopprijs boven de normprijs van pinken ligt. Ga voor uzelf na of de verkoop gunstig is geweest.

(4) Op dit bedrijf is de uitstoot van de melkkoeien meer dan 40%. Dit kan verklaard worden door de volgende factor(en):

- Afname van het aantal koeien : 99 ----- 94 (= 5%)
- Aankoop van gebruiksvee: 8 koeien en 3 vaarzen
- Op het bedrijf is een zware jongveebezetting. Bedenk dat een zware jongveebezetting ook hogere opfokkosten vraagt

Dit waren voor uw bedrijf factoren die de omzet gunstig beïnvloed hebben.

## FACTOREN DIE DE OMZET ONGUNSTIG BEÏNVLOEDEN

(1) De sterfte bij melkvee heeft de omzet gedrukt.

(1) De 57 verkochte koeien hebben per stuk f 301,- minder opgebracht! De lage prijs die u voor de verkochte koeien heeft gekregen kan verklaard worden door:

- de verkochte koeien waren in een minder goede conditie
  - binnen het jaar hebben zich prijschommelingen voorgedaan
- Veel dieren kunnen op moment van lage prijzen verkocht zijn

### Bijlage 3 (vervolg)

(3) De 35 gekochte kalveren hebben per stuk f 187,- meer gekost!

(3) De 76 verkochte kalveren hebben per stuk f 67,- minder opgebracht. De lage gemiddelde verkoopprijs van de verkochte kalveren kan misschien veroorzaakt zijn door:

- verkoop van relatief veel kalveren in voorjaar
- prijsdrukkend effect door eventuele tweelingen
- geslachtsverhouding

(5) Het aantal vaarzen wat u heeft gebruikt voor vervanging en/of verkoop is op uw bedrijf meer geweest dan verwacht kan worden op basis van het totaal aantal stuks jongvee. Door de vrij grote uitstoot van melkkoeien kunnen ten opzichte van de norm evenwel minder vaarzen verkocht worden.

(7) De uitval (verkoop, sterfte) van vaarzen en pinken tijdens de opfok is kleiner dan de norm (16,67%) geweest. Een lage uitval is op zichzelf gunstig, maar het verlaagt wel de omzet. De gekochte pink/en versterken deze verlaging van de omzet.

(0) De kalversterfte is meer dan 8% van het aantal geboorten. Dit is uiteraard ongunstig voor de omzet.

Dit waren voor uw bedrijf de omzetverlagende factoren.

### FACTOREN DIE OMZET NAUWELIJK BEÏNVLOEDEN

(6) Het aantal vaarzen op de eindbalans is, gezien de leeftijd bij eerste keer afkalven, niet afwijkend.

(9) Op dit bedrijf komt het werkelijk aantal geboorten ongeveer met de norm overeen!

Dit waren voor uw bedrijf factoren die de omzet nauwelijk beïnvloed hebben.

### PRIJSAFWIJKINGEN ZONDER GROTE BEDRIJFSINVLOED

Tenslotte komt het voor dat er grote prijsafwijkingen (ten opzichte van de norm) zijn, terwijl de post omzet per koe hierdoor slechts beperkt wordt beïnvloed. Op uw bedrijf is/zijn deze:

- (2) De prijs van de verkochte pink/en is Hoog
- (2) De prijs van de aangekochte pink/en is Hoog

\*) Opmerking: de tussen haakjes vermelde getallen - (1), (2), ... etc. hebben voor u geen betekenis.

Bijlage 4 De "coach-versie" van OMZET-DETECTOR

OMZET-DETECTOR \*Coach-versie\*  
Landbouw-Economisch Instituut

Bedrijfsnummer: 1

*Opmerking vooraf:*

Berekenen we het aantal kalveren op de eindbalans als het aantal geboren plus aangekochte kalveren minus aantal gestorven en verkochte kalveren en minus de overgang naar stierkalveren, dan blijkt er een verschil met de waarde in de tabel. In bijlage A1 van de instructiemap staat omschreven wat hiervan mogelijk de oorzaak kan zijn. Voor de verdere analyse wordt gewerkt met de nieuwe waarden voor aantal Pinken en Kalveren op de eindbalans:

- Gecorrigeerd aantal Pinken op de eindbalans : 34
- Gecorrigeerd aantal Kalveren op de eindbalans: 71

\* Belangrijk: vervang in het kolommen-overzicht het aantal Pinken en Kalveren op de eindbalans. De verdere analyse werkt met deze gecorrigeerde aantallen!

\* Opmerking met betrekking tot het kengetal: Toe-/afname Pinken  
(8) Het aantal pinken op de eindbalans is lager dan het normatieve aantal op de beginbalans. De oorzaak daarvan is de onregelmatige leeftijdsopbouw van uw jongveestapel op de beginbalans.

De in de boer-versie vermelde codes - (1), (2), (3), ... etc. - verwijzen naar de categorie in de DELANO-tabel.